



# **DESENVOLVIMENTO DE POLPA DE PÊRA *ROCHA***

**Estabilização química e estudo da componente bioactiva**

**Cláudia Catarina Belchior Henriques**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar**

Orientador: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

Co-orientador: Engenheiro António Eduardo Leitão

## **Júri:**

Presidente: Doutor Raul Filipe Xisto Bruno de Sousa, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutora Maria Luísa Louro Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutor António Eduardo Baptista Leitão, Investigador Auxiliar do Instituto de Investigação Científica Tropical.

**Lisboa, 2009**

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só se tornou possível devido ao incansável apoio de algumas pessoas, tanto na parte laboratorial, como no incentivo que depositaram em mim. Sem a sua colaboração, este trabalho ter-se-ia tornado numa tarefa mais difícil de concretizar em tempo oportuno. A todos eles o meu mais sincero obrigado.

À Prof. Dr.<sup>a</sup> Margarida Moldão Martins pela disponibilidade, incentivo, amizade e orientação que demonstrou, e pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Eng.<sup>o</sup> Eduardo Leitão pela disponibilidade, colaboração e amizade prestadas.

À Dr.<sup>a</sup> Sara Beirão da Costa pelos conselhos, amizade e ajuda disponibilizadas.

À D. Marília e à D. Graziela, do laboratório do Departamento de Agro-Indústrias e Agronomia Tropical pela preciosa ajuda na realização experimental do trabalho e pela paciência e amizade que demonstraram, sem elas a execução de certos protocolos ter-se-ia tornado difícil.

Devo agradecer àqueles amigos, que durante o percurso académico se mantiveram ao meu lado e continuarão comigo.

Quero manifestar um agradecimento muito especial a quatro pessoas que têm sido, ao longo da minha vida académica, verdadeiras amigas e que sempre me apoiaram em tudo, ajudaram, e acreditaram em mim:

À Diana Fernandes, à Joana Carvalho, à Mariana Pereira e à Sandra Balbi, obrigado pela paciência, ternura e amizade.

Não posso deixar de agradecer a todos os meus colegas do Instituto Superior de Agronomia (ISA) e funcionários do Pavilhão de Agro-Indústrias, especialmente à Rosarinho, que de alguma forma colaboraram na execução deste trabalho, nomeadamente nas provas organolépticas.

Aos meus pais e irmão pelo carinho, amor, força e incentivo, que sempre me transmitiram, pois sem o esforço deles não seria possível estar onde estou.

A toda a minha família pela amizade e incentivo que sempre demonstraram.

## RESUMO

O presente trabalho teve como principal objectivo o desenvolvimento de uma polpa de pêra Rocha, estável sob o ponto de vista sensorial e nutricional. A polpa produzida, para além do fruto base, contém amora preta, limão/ananás e farelo de trigo. O objectivo é obter um alimento enriquecido em antioxidantes e fibra e a valorização de uma variedade de pêra muito característica da região Oeste. Dada a instabilidade deste tipo de produto, no que respeita a cor, estudou-se a estabilização química, pelo recurso a dois aditivos alimentares: ácido ascórbico e ácido cítrico. Primeiro estudou-se o efeito da aplicação dos aditivos no escurecimento seguido do estabelecimento de limites de formulação, no que respeita a concentrações dos aditivos. Seguidamente produziram-se polpas de acordo com os resultados da fase anterior e conservaram-se a -18 °C, tendo-se procedido à sua caracterização físico-química e sensorial ao longo de 36 dias de conservação. Os resultados demonstram que as polpas de base pêra Rocha, adicionadas de amora (3 %), ananás (5 %), farelo de trigo (2 %), ácido ascórbico (0,6 %) e ácido cítrico (0,4 %) apresenta uma composição rica em antioxidantes e fibra dietética, sendo bem aceites por parte dos elementos do painel.

**Palavras-chave:** polpa de pêra Rocha, compostos bioactivos, estabilização química, análise sensorial.

## ABSTRACT

The main objective of this work was the development of a new product, a Rocha pear pulp nutritionally and sensory stabilized. The produced pulp also contains blackberry, lemon/pineapple and wheat bran. It's possible to produce an antioxidant and fibre enriched food from an important pear variety, very characteristic from portuguese Oeste region. This type of product is very instable and this is revealed by its colour. To prevent this situation the study was based on chemical stabilization which was achieved by using two additives: ascorbic acid and citric acid. The work was developed in several phases. Firstly it was studied the effect of the additive application on pulp darkening followed by the establishment of formulation limits in what concerns to additives concentration. Then pulps were produced in accordance with the template established in the previous phase and were preserved at -18 °C and proceeded to their physical-chemical and sensory evaluation during 36 days of conservation. The results shows that pulps produced from Rocha pear, addicted of blackberry (3 %), pineapple (5 %), wheat bran (2 %), ascorbic acid (0,6 %) and citric acid (0,4 %) figures a composition enriched on antioxidants and dietary fibre and positive sensorial acceptance.

**Key-words:** Rocha pear pulp, bioactive compounds, chemical stabilization, sensorial analysis.

## EXTENDED ABSTRACT

The food industry faces challenges to impose itself on the worldwide market. It's urgent that companies are attentive to changes in consumption habits and consumer needs. The demand for healthier food is exponential and the fruit pulp market is increasingly on the rise. Companies must bet in creating new products development departments not only to satisfy consumer needs but also to sell quality products (raw material such as Rocha pear) that due to lower sizes and/or physiological damages can't be sold. These measures prevent economical losses and environmental damages and can provide new weapons for the success of a company in the market.

The pear is a highly perishable product and the enzymatic browning that comes from its cut / crush can be easily prevented with the use of food additives and conservation conditions. This event starts with the oxidation of pear phenolic compounds to quinones through a reaction catalyzed by polyphenoloxidase in the presence of oxygen. Quinones are very reactive and undergo through various polymerization reactions leading to insoluble polymers – melanoidins.

The objective is the development of a Rocha pear pulp enriched on antioxidants and dietary fibre and the study of the bioactive compounds stability during 36 days under freezing conditions (conservation at -18°C).

The enrichment of the product was achieved through the incorporation of blackberry, lemon and wheat bran. Two different pulps were produced, the only difference is that one was made with lemon and the other was made with pineapple instead. These raw materials are all rich in bioactive compounds such as carotenes, flavonoids, phenolic acids, anthocyanins and ascorbic acid (among its nutritional value). These compounds are known for its antioxidant benefits on health once they are intimately involved in the prevention of cellular damage - the common pathway for cancer, aging, and a variety of diseases. The stabilization of pulps was achieved through the use of two food additives: ascorbic acid (AA) and citric acid (CA). Stabilization is required to prevent enzymatic browning that occurs rapidly after cutting a fruit (especially the pear). Freezing is also required for conservation of these products.

A pre-stage of preliminary studies developed the primary formulation of pulp (fruit + wheat bran). The pulp was produced over different phases. Initially was studied the effect that the application of AA and CA has on the enzymatic browning prevention. After this were established the maximum and minimum levels of additives to use. Then it was produced the two types of pulp, each with different concentrations of additives. Physical, chemical and sensory analyses were carried out in order to achieve the characterization of the product and the acceptance level of judges. The physical parameters evaluated were all about cieLab

colour. Chemically were made measurements of dry matter, ash content, pH, total soluble solids, mineralization, water activity, fibre content, total phenols, acidity and ascorbic acid content.

All produced samples were evaluated by a sensory panel according to evaluation form. This test attended to assess sensory sensations and attributes related to descriptive analysis and to hedonic nature parameters. All these activities were performed in laboratories of the department of food science and technology at ISA/UTL.

The results were statistically treated using the RSM methodology through a statistical program (Statistica 6.1).

After results discussion it was found that pulps are sensory accepted with 0.6 % of maximum levels of additives (AA and CA). Using upper levels of these additives pulps become too acid and bitter.

Then followed the third phase of the work which was the adjustment of pulps optimal formulation and once more it was made the sensory and physical-chemical characterization of all produced samples. It was also important the study of the role that fibre incorporation has on some pulp characteristics.

Two formulation tests were made: Test 1 with 0.6 % of AA and 0.6 % of CA and Test 2 with 0.6 % AA and 0.4 % CA. Each test was made for the two pulp types and all the characterization was repeated.

The final results showed that the reduction in 0.2 % of CA content makes it possible to obtain a pulp with better sensory acceptance and also chemically stable. The pulps didn't dim and even during the freezing time its colour remained very similar to the original colour during production. The phenolic and fibre component of pulps is very high yielding a product with functional properties beyond the nutritional value. The fibre incorporation study showed that it enhances the nutritional value of pulp.

The objectives of this study were achieved once it was developed a chemically safe product with good quality parameters that is a perfect example of a new food that consumers are looking for. Industry must keep pace with the consumer needs by providing quality products that don't endanger public health besides being commercially positive for the company.

**Key-words:** new product, fruit pulp, Rocha pear, chemically stabilization, antioxidants, bioactive compounds.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>

<b>Capítulo I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b><u>1</u></b>
---	-----------------

1 – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS .....	<u>1</u>
2 – PRODUÇÃO NACIONAL DE PÊRA ROCHA.....	<u>4</u>
3 – INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	<u>6</u>
4 – COMPOSTOS BIOACTIVOS.....	<u>10</u>
4.1 – Conceitos gerais.....	<u>10</u>
4.2 – Composição e funcionalidade das matérias-primas a utilizar no presente estudo	<u>12</u>
5 – FORMAS DE PROCESSAMENTO DE POLPAS DE FRUTA .....	<u>15</u>
6 – ESTABILIZAÇÃO DAS POLPAS DE FRUTA.....	<u>17</u>

<b>Capítulo II – DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b><u>20</u></b>
---	------------------

7 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	<u>21</u>
7.1 – Materiais .....	<u>21</u>
7.1.1 – Processamento das Polpas .....	<u>22</u>
7.1.2 – Métodos analíticos.....	<u>23</u>
7.1.2.1 – Determinações químicas.....	<u>23</u>
7.1.2.2 – Determinação objectiva da cor.....	<u>25</u>
7.1.2.3 – Análise sensorial.....	<u>25</u>
7.1.3 – Tratamento estatístico dos resultados.....	<u>25</u>
8 – ESTABELECIMENTO DA FORMULAÇÃO BASE DA POLPA.....	<u>27</u>
9 – ESTUDO PRELIMINAR DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE AA E AC NA PREVENÇÃO DO ESCURECIMENTO.....	<u>28</u>
9.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico.....	<u>28</u>
9.2 – Resultados e discussão .....	<u>29</u>

9.3 – Conclusões intercalares.....	<u>32</u>
10 – OTIMIZAÇÃO DOS TEORES DE ÁCIDO ASCÓRBICO E ÁCIDO CÍTRICO .....	<u>33</u>
10.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico.....	<u>33</u>
10.2 – Resultados e discussão .....	<u>34</u>
10.3 – Conclusões intercalares.....	<u>50</u>
11 – ESTUDO DA FORMULAÇÃO FINAL DE AA E AC E DA APLICAÇÃO DE FIBRA ALIMENTAR NA POLPA .....	<u>51</u>
11.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico.....	<u>51</u>
11.2 – Resultados e discussão .....	<u>53</u>
11.3 – Conclusões intercalares.....	<u>61</u>
 <b>Capítulo III – CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	 <b><u>62</u></b>
 <b>Capítulo IV – BIBLIOGRAFIA .....</b>	 <b><u>64</u></b>
 <b>Capítulo V – CIBERGRAFIA .....</b>	 <b><u>67</u></b>
 <b>ANEXOS</b>	



## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> - Teor em açúcar e ácido ascórbico dos frutos usados na produção de polpas.....	12
<b>Tabela 2</b> - Acidez titulável total e pH (% parte edível) e principais ácidos orgânicos.....	13
<b>Tabela 3</b> - Compostos fenólicos presentes na amora, pêra e limão .....	13
<b>Tabela 4</b> - Caracterização química dos frutos e do farelo (média por 100 g de parte edível) .....	14
<b>Tabela 5</b> - Fórmula molecular, massa molecular e marca comercial dos aditivos usados ....	22
<b>Tabela 6</b> - Formulação base das polpas .....	27
<b>Tabela 7</b> - Níveis de ácido ascórbico testados na produção de polpas de pêra Rocha .....	28
<b>Tabela 8</b> - Níveis de ácido cítrico testados na produção de polpas de pêra Rocha.....	29
<b>Tabela 9</b> - Resultados da avaliação sensorial, no que respeita ao sabor metálico e ao escurecimento das polpas PL <sub>AA</sub> e das polpas PA <sub>AA</sub> .....	30
<b>Tabela 10</b> - Resultados da avaliação sensorial, no que respeita à acidez e ao escurecimento das polpas PL <sub>AC</sub> e das polpas PA <sub>AC</sub> .....	30
<b>Tabela 11</b> - Significância dos efeitos.....	34
<b>Tabela 12</b> - Equações ajustadas por RSM para as diferentes variáveis dependentes .....	35
<b>Tabela 13</b> - Testes de formulação para polpas de pêra Rocha .....	51
<b>Tabela 14</b> - Caracterização química e da cor objectiva de polpas de T1 e T2 (média por 100 g de produto).....	53
<b>Tabela 15</b> - Caracterização química de polpas de pêra Rocha (média por 100 g de produto) .....	58
<b>Tabela 16</b> - Média do teor de fibra, por 100 g de polpa (em base seca).....	59
<b>Tabela 17</b> - Média do teor de cinza, por 100 g de polpa (em base seca) .....	59
<b>Tabela 18</b> - Média do teor de minerais, por 100 g de polpa (base seca) .....	59
<b>Tabela 19</b> - Caracterização da cor objectiva de polpas de pêra Rocha.....	60

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> - Factores que influenciam a escolha alimentar .....	2
<b>Figura 2</b> - Principais destinos de exportação da pêra Rocha produzida em Portugal .....	5
<b>Figura 3</b> - Fórmula estrutural dos principais carotenos .....	11
<b>Figura 4</b> - Fórmula estrutural da cianidina.....	11
<b>Figura 5</b> - Fórmula estrutural do ácido ascórbico .....	11
<b>Figura 6</b> - Diagrama de produção de polpa de fruta pasteurizada e congelada .....	16
<b>Figura 7</b> - Ilustração do escurecimento enzimático pelo metabolismo dos compostos fen...18	18
<b>Figura 8</b> - Diagrama de produção de polpas de pêra .....	22
<b>Figura 9</b> - Aspecto geral de algumas polpas PL <sub>AA</sub> adicionadas de diferentes níveis de ácido ascórbico por comparação com o ensaio em branco (PL0 <sub>AA</sub> ) .....	30
<b>Figura 10</b> - Aspecto geral de algumas polpas PA <sub>AA</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido ascórbico por comparação com o ensaio em branco (PA0 <sub>AA</sub> ) .....	31
<b>Figura 11</b> - Aspecto geral de algumas polpas PL <sub>AC</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido cítrico por comparação com o ensaio em branco (PL0 <sub>AC</sub> ) .....	31
<b>Figura 12</b> - Aspecto geral de algumas polpas PA <sub>AC</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido cítrico por comparação com o ensaio em branco (PA0 <sub>AC</sub> ) .....	31
<b>Figura 13</b> - Diagrama de produção de polpas de pêra .....	33
<b>Figura 14</b> - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes teores de AA e de AC.....	36
<b>Figura 15</b> - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AC e tempo de conservação .....	37
<b>Figura 16</b> - Superfície de resposta do teor em fenóis totais de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e tempo de conservação .....	37
<b>Figura 17</b> - Superfície de resposta do teor em ácido ascórbico de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes tempo de conservação e AA.....	38
<b>Figura 18</b> - Superfície de resposta da acidez de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AC e AA .....	39
<b>Figura 19</b> - Superfície de resposta do sabor doce de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e AC.....	39
<b>Figura 20</b> - Superfície de resposta da intenção de compra de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e AC .....	40

<b>Figura 21</b> - Aspecto das polpas de pêra com ananás após descongelação ao fim do tempo t .....	41
<b>Figura 22</b> - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA .....	41
<b>Figura 23</b> - Superfície de resposta do teor em fenóis totais de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA .....	42
<b>Figura 24</b> - Superfície de resposta do teor em ácido ascórbico de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA .....	43
<b>Figura 25</b> - Superfície de resposta do gosto a pêra de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA.....	43
<b>Figura 26</b> - Superfície de resposta da acidez de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA .....	44
<b>Figura 27</b> - Superfície de resposta do sabor doce de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA .....	45
<b>Figura 28</b> - Superfície de resposta da apreciação global de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA .....	45
<b>Figura 29</b> - Superfície de resposta da intenção de compra de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo, AA e AC .....	46
<b>Figura 30</b> - Superfície de resposta do parâmetro c da cor de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AA e AC .....	47
<b>Figura 31</b> - Superfície de resposta do parâmetro c da cor de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA .....	48
<b>Figura 32</b> - Aspecto das polpas de pêra com limão após descongelação ao fim do tempo t48	
<b>Figura 33</b> - Resultado da avaliação sensorial descritiva de 4 polpas melhor pontuadas .....	49
<b>Figura 34</b> - Resultado da avaliação sensorial descritiva de 4 polpas pior pontuadas.....	50
<b>Figura 35</b> - Diagrama de produção de polpas de pêra.....	51
<b>Figura 36</b> - Diferentes etapas realizadas na optimização da formulação das polpas .....	52
<b>Figura 37</b> - Evolução dos parâmetros cor objectiva de polpas PA ao longo do tempo .....	55
<b>Figura 38</b> - Evolução dos parâmetros da L* e c da cor objectiva de polpas PL ao longo do tempo .....	56
<b>Figura 39</b> - Avaliação sensorial descritiva de polpas de pêra Rocha .....	57
<b>Figura 40</b> - Aspecto das polpas produzidas com e sem adição de farelo de trigo.....	60

# Capítulo I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

## 1 – Introdução e objectivos

---

Desde os tempos pré-históricos que o Homem tem vindo a diversificar a sua dieta e a aperfeiçoar constantemente as técnicas de conservação dos alimentos. Hoje em dia os avanços alcançados são tais que o consumidor pode dispor de alimentos variados, sensorialmente apetecíveis, com o valor nutritivo preservado e que contribuem para a sua saúde e bem-estar. Já não se considera o acto de comer como uma mera ingestão calórica, necessária à manutenção da actividade metabólica do nosso organismo. Comer é mais do que isso, com a evolução da civilização ao longo dos tempos os alimentos adquiriram novas valências de carácter social e cultural, expressando aspectos lúdicos (prazer gastronómico), etnográficos e hedónicos (alimentos com efeitos psicológicos). Surge uma aliança entre a ingestão de nutrientes de alimentos ditos comuns e alimentos funcionais que além de saudáveis conferem algum prazer.

Dada esta crescente preocupação com a saúde e o *culto* do alimento funcional cada vez mais procurado pelo consumidor, a indústria dos hortofrutícolas tem sofrido ao longo dos últimos anos uma grande expansão. Os frutos e os seus derivados têm sofrido uma procura exponencial e cabe à indústria alimentar fazer face a este comportamento.

Os consumidores cada vez mais procuram produtos que preservem o seu valor nutricional, mantenham a sua cor fresca e natural, sabor, aroma e textura, e que contenham teores reduzidos de aditivos. A escolha alimentar é um comportamento complexo, que tem sofrido mudanças, e que é influenciado por diversos factores inter-relacionados. Há uma forte necessidade de dar resposta às exigências do consumidor, apresentando novos produtos alimentares que sejam saudáveis e nutricionalmente equilibrados, e que sejam convenientes, isto é, de fácil transporte, preparação e consumo. A Figura 1 ilustra como diversos factores e a sua interacção influenciam a escolha alimentar.

Estas tendências exigiram novos desafios da comunidade científica, dos produtores e industriais. E se o mercado pretende respostas rápidas, com eficácia e serviço completo, as empresas, para o conseguirem, terão forçosamente de acompanhar este ritmo. Estes esforços tornaram possível ao longo dos anos em quase todas as indústrias, a criação de um novo departamento: desenvolvimento de produtos alimentares. Isto surge não só devido à saturação do mercado no tipo de produtos que apresenta, mas também devido às exigências do consumidor moderno que possui cada vez menos tempo, e procura produtos inovadores, convenientes e de qualidade.



O presente trabalho pretende desenvolver um produto que dê resposta a um interesse industrial de valorizar frutos produzidos em grande escala como a pêra Rocha e cujos excedentes ou frutos não conformes para consumo em fresco são subvalorizados. O produto a desenvolver é uma polpa de base pêra Rocha. As polpas serão adicionadas de pequenos frutos, ricos noutros compostos bioactivos e com cores passíveis de minimizar o impacto do processamento na cor do fruto base. No sentido de acrescentar outras funcionalidades às polpas e de melhorar a respectiva estabilidade física será testada a adição de produtos de origem vegetal ricos em pentosanas.

## 2 – Produção nacional de pêra Rocha

---

A pêra Rocha (*Pyrus communis* L. cv. “Rocha”) é uma cultivar de origem portuguesa.

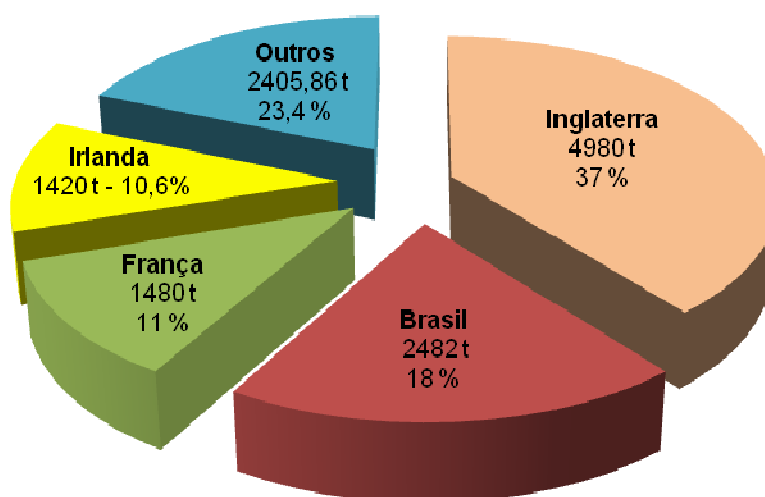
Para além das características intrínsecas do produto, a pêra Rocha apresenta como vantagem face às outras variedades, o facto de ter uma excelente capacidade de conservação e resistência ao transporte e manuseamento, que se traduz na possibilidade de ter uma época de comercialização bastante prolongada, sem quebra de qualidade (GPP, 2007). A produção nacional de pêra assenta na variedade Rocha, que representa cerca de 97% da produção total (GPP, 2007).

A pêra Rocha é um dos produtos nacionais que atingiu expressão comercial não só em Portugal, mas também em alguns países europeus e no continente americano. Existem já outros países com pomares exclusivamente dedicados ao cultivo deste fruto, tais como a França, Espanha e Brasil.

Segundo dados da Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha (ANP, 2009) a cultura desta variedade ocupa cerca de 13 000 ha de área em território nacional constituindo a região do Oeste cerca de 95 % da área total. Da produção mundial de pêra Rocha, mais de 99 % é proveniente de Portugal. Registou-se no ano de 2007 uma produção de 135 700 toneladas, uma quebra de 21 % face ao ano de 2006.

Cerca de 10 a 12 % da produção constituem perdas e o autoconsumo, sendo a restante produção comercializada (Franco, 1995). Desta, a maior parte é comercializada no mercado interno e cerca de 20 % é exportada, considerando um ano médio. O mercado nacional consome cerca de 70 % da produção obtida (ANP, 2009). Caracteriza-se por ser um mercado cada vez mais informado sobre as características do produto e as formas de produção. É importante incrementar acções de promoção e marketing junto dos consumidores e retalhistas/grossistas nacionais, de forma a valorizar o produto e a conseguir um interessante posicionamento de preço/qualidade.

No mercado externo, os principais destinos da pêra rocha produzida são a Inglaterra e o Brasil, quer pela regularidade mas também pelas quantidades consumidas. Com os restantes países verificam-se relações comerciais de oportunidade, se bem que os tradicionalmente importadores poderão constituir um potencial interessante, para os quais se deve reservar toda a importância, enquanto que dos países produtores será de esperar procura apenas nos anos em que as suas produções são significativamente afectadas, como serão os casos de Espanha e Itália. Os principais países de exportação com as respectivas quantidades transaccionadas e quotas, estão evidenciados na Figura 2. No total, são exportados anualmente cerca de 13 500 t dos frutos desta variedade.



**Figura 2** - Principais destinos de exportação da pêra Rocha produzida em Portugal (ANP, 2005)

Há uma década que a pêra Rocha se impõe no mercado externo, sendo um produto que permite manter, com vantagem, o saldo positivo de Portugal na balança comercial e poderá manifestar-se como uma cultura competitiva nos mercados da comunidade. As suas características permitem que haja uma aceitação crescente por parte do consumidor, estando a produção deste fruto em franca expansão ao longo das últimas décadas. Porém, o sector frutícola ligado à produção desta variedade apresenta, segundo o ministério da agricultura, alguns pontos fracos, tais como o envelhecimento dos pomares de pereiras dado que mais de 50 % da área possui plantações com idade superior a 14 anos; a água utilizada para a rega dos pomares muitas vezes é de má qualidade, apresentando níveis elevados de sais; custos de produção elevados; frutos com heterogeneidade de forma; leque de calibres muito grande; frutos comercializados em diferentes estados de maturação e muitas vezes acondicionados sob condições deficientes; entre outros. Estas dificuldades constituem um desafio à investigação e experimentação, já que a valorização da qualidade o justifica. É nesta vertente que as indústrias pensam em alternativas para os produtos de qualidade mas que não satisfazem os requisitos necessários, que são sobretudo aqueles cujo calibre não corresponde ao ideal para pertencer a determinada categoria comercializável, e frutos danificados devido à ineficiente colheita. Desta forma alia-se uma solução para este problema com a vontade de inovar e de desenvolver um produto que origine um relançamento de uma marca no mercado. As polpas de fruta são uma opção viável, em que cada vez mais o mercado português e o consumidor estão preparados para este tipo de produtos.



### **3 – Inovação e desenvolvimento de produtos**

---

Num mercado global e altamente competitivo surge como factor determinante do sucesso das pequenas e médias empresas a sua capacidade para inovar e dar resposta aos problemas. Neste mercado, onde os consumidores ainda detêm um importante poder de compra, a procura e selecção dos bens de consumo está cada vez mais exigente, orientada por preocupações com a saúde e o bem-estar. O cliente não abdica de comprar produtos frutícolas, seja na forma de fruta fresca, fruta processada ou produtos à base de fruta e está disposto a pagar mais por isso. A conveniência é também um factor procurado pelo consumidor que desperta as indústrias para repensarem a sua produção. Isto pode ser conseguido através do surgimento de um produto de fruta pronto a consumir ou até mesmo através de novas embalagens, mais práticas. As polpas de fruta são um exemplo disso mesmo, já que são elaboradas a partir de uma variedade ou mistura de frutas.

O desenvolvimento de produtos tem sido uma das actividades com maior destaque nas indústrias alimentares dos últimos 40 anos, dado que o cenário político e económico resultante do movimento da globalização se caracteriza especialmente pela competitividade industrial. A indústria alimentar, um sector que tradicionalmente sofria alterações bastante lentas, tem revelado um rápido progresso tecnológico e científico. Apenas nos últimos anos esta actividade tem-se expandido de forma gradual e originado áreas de negócio estratégicas no mercado, que provêm também do avanço tecnológico. Durante muito tempo esta nova vertente inserida nas indústrias era encarada como uma mera ocupação da empresa e esteve apenas relacionada com a pesquisa e o estudo em áreas da engenharia da própria empresa.

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) pode ocupar um papel mais importante do que a simples curiosidade de se desenvolverem produtos; tem-se tornado num ponto-chave para a obtenção de vantagens estratégicas no ambiente competitivo. Desenvolver um produto mais rapidamente e mais eficientemente promove impactos no custo, na qualidade, na satisfação dos clientes e, consequentemente, nas vantagens competitivas de uma empresa (Mizuta e Toledo, 1999).

Conceitualmente, de acordo com Clark e Fujimoto (1991) *in* Mizuta e Toledo (1999), o desenvolvimento de produto é um processo pelo qual uma organização transforma as informações de oportunidade de mercado e de possibilidades técnicas em informações para o fabrico de um produto comercial. Todo este processo é desenhado para desenvolver, avaliar e testar a viabilidade de produtos que são novidade no mercado de forma a garantir o crescimento ou sobrevivência de uma dada organização; pretende-se a máxima satisfação dos consumidores devido à crescente mudança de necessidades/gostos. Assim este

sistema vai além do projecto do produto englobando relações com outros sectores da empresa como a produção, o marketing e a logística, e com o ambiente externos à empresa, como o mercado.

A capacidade de produzir ou de incorporar inovação exige uma dotação em recursos humanos altamente qualificados, necessária à manutenção da competitividade da empresa.

Segundo Capitão e Silva (2008) os novos produtos alimentares podem ser classificados de várias formas:

- Produtos inovadores/inovações radicais;
- Novas linhas de produtos;
- Aumento da linha de produtos já existentes;
- Melhoria e revisões de produtos existentes;
- Reposicionamento;
- Redução de custo.

Apenas 10% de todos os novos produtos são verdadeiramente inovadores e novos para o mercado. Esta taxa de sucesso tão reduzida deve-se sobretudo ao fraco investimento que é depositado no processo de desenvolvimento. Outras razões que determinam o insucesso de todas as ideias prendem-se com custos de desenvolvimento superiores ao esperado, à concepção errada do desenho e funcionalidade do produto, à incorrecta colocação do produto no mercado com preço acrescido ou fraca publicidade, à avaliação incorrecta do mercado, ou mesmo devido à resposta rápida e árdua da concorrência. Existem diversos factores que contribuem para o sucesso de um produto inovador. Para que tal aconteça este deve ser superior e único, e o seu conceito deve ser previamente bem definido com a determinação do mercado-alvo e dos seus requisitos. Além disso, devem ser efectuados estudos de mercado de forma a avaliar as necessidades dos consumidores; deve-se apostar em sinergias tecnológicas, boas estratégias de marketing e qualidade de execução em todas as etapas do processo. Todos estes factores reúnem a chave do sucesso de uma ideia que vai de encontro a um mercado receptível, e como se trata do sector alimentar, as empresas devem promover o processo de DNP fortemente relacionado com a visão estratégica de qualidade total do produto, pois este processo não se deve basear apenas no preço e desempenho básico do que é produzido.

O DNP é um conceito que está inerentemente agregado ao conceito de inovação. A inovação pertence à indústria, logo está inserida numa organização, sendo parte integral de uma sociedade. De acordo com Anderson *et al*, a inovação baseia-se em três princípios básicos:

- a) É uma ideia percebida como nova e individual;
- b) Provoca uma mudança que pode ser tecnológica ou social, mas é provavelmente a combinação de ambos;

- c) Envolve uma equipa composta por várias pessoas de diferentes competências da empresa, do ambiente externo à empresa e da sociedade.

Este conceito de inovação é visto como um estado de espírito da própria empresa (Kuczmarski *in* Anderson *et al*, 2001) e já não se restringe apenas ao DNP e ao desenvolvimento de processos; tem-se expandido de forma a incluir todas as outras alterações que possam ocorrer. Engloba ideias de diferentes valências – filosofia, tecnologia, metodologias, organização, mercado, pessoas. É importantíssimo que a empresa reconheça que todas estas mudanças afectarão não apenas a empresa mas também outras organizações inseridas no sector alimentar, os consumidores e a própria sociedade.

O processo de DNP é complexo, moroso e envolve diferentes fases. Estas fases diferem de autor para autor, e não têm de seguir obrigatoriamente uma sequência, dado que podem ocorrer avanços e retrocessos durante o procedimento.

Independentemente dos autores, a primeira fase é consensual e começa com a criação das ideias através do estabelecimento de parcerias estratégicas com as entidades do sistema nacional de investigação e desenvolvimento (I&D), concorrentes, membros da cadeia (distribuidores, vendedores) ou de outros como directores de empresas, universidades, etc. Criadas as ideias, estas têm de ser exaustivamente analisadas e agrupadas em ideias promissoras, marginais ou pouco interessantes e ideias rejeitadas. Esta categorização é imprescindível para que se evitem erros, tais como uma ideia ser boa mas rejeitada, ou uma ideia ser má e ter seguimento para a cadeia de produção e comercialização. O objectivo desta análise é haver rejeição das más ideias o mais previamente possível, pois o custo de desenvolvimento de um produto sobe substancialmente em cada fase sucessiva do processo. Após esta etapa estudada, segue-se o desenvolvimento e teste do conceito, em que as ideias atractivas têm que ser desenvolvidas em conceitos de produtos e posteriormente testadas em consumidores alvo. O desenvolvimento da estratégia de marketing e análise de negócio é uma das etapas centrais, sendo muito importante avaliar o tamanho, estrutura e comportamento do mercado-alvo, o posicionamento e preço do produto, as vendas e quota de mercado, estratégias de distribuição, entre outros. É necessário preparar as vendas e projectar custos e margens para determinar se estes satisfazem os objectivos propostos pela empresa. Se o conceito de produto passar a análise de negócio então pode-se avançar para a fase de desenvolvimento, tendo em vista a criação de um produto real. Esta fase requer um grande investimento da empresa e o produto está apto a ser designado com um nome, uma embalagem e a realizar um programa de marketing preliminar. O processo de DNP culmina com a sua comercialização que é a etapa mais dispendiosa que a empresa enfrenta.

Com a concorrência existente, nem a qualidade e segurança, nem mesmo a confiança que um consumidor tem numa determinada marca, são suficientes para determinar o sucesso de um produto. É necessário mostrar porque é que é vantajoso a escolha de um produto em detrimento de outro concorrente.

Como já foi referido anteriormente, o objectivo do presente estudo é o desenvolvimento de uma polpa de fruta à base de pêra Rocha e é importante definir, nos termos da lei, o conceito de polpa de fruta que é “a parte comestível de frutos inteiros, eventualmente descascados ou sem sementes, podendo apresentar-se cortada em rodela ou esmagada, mas não reduzida a polme”, (Decreto-Lei nº 230/2003).

O sector frutícola tem apostado na diferenciação dos produtos, criando novas formas de disponibilizar fruta ao consumidor ao mesmo tempo que inova e que resolve alguns problemas de produção (escoamento de produtos não conformes).

Pretende-se a distinção no mercado das polpas de fruta através da obtenção de um produto enriquecido nutricionalmente, com adição de fibra alimentar e de antioxidantes, de forma natural. Este enriquecimento é conseguido sobretudo pelo recurso a ingredientes naturais como o farelo de trigo e a amora preta, além de todos os benefícios inerentes aos outros ingredientes frutícolas utilizados. Esta polpa visa ser comercializada sob a forma de produto congelado com inúmeras aplicações culinárias, podendo ser utilizada na confecção de recheios de pastelaria, batidos ou até mesmo como uma sobremesa sem qualquer adição a outro produto. São uma forma alternativa de apresentar fruta e possibilitam ao consumidor a elaboração de alimentos diferentes.

A ideia está então lançada, e cabe a este estudo efectuar a caracterização físico-química e sensorial da polpa produzida, e o subjacente desenvolvimento laboratorial do produto, para que a polpa conseguida seja alvo de estudos de mercado efectuados pela empresa, numa fase posterior.

## 4 – Compostos bioactivos

---

### 4.1 – Conceitos gerais

Como já foi referido o consumidor procura cada vez mais alimentos naturais e os produtos frutícolas fazem parte da rotina alimentar diária devido ao seu baixo valor calórico e riqueza em nutrientes e outros compostos, indispensáveis à saúde humana e bem-estar. No desenvolvimento de produtos alimentares deve ter-se em conta a composição das matérias-primas e, quando o objectivo é a obtenção de alimentos com funcionalidades específicas, pode recorrer-se a processos de mistura, no sentido de procurar adicionar compostos diferentes.

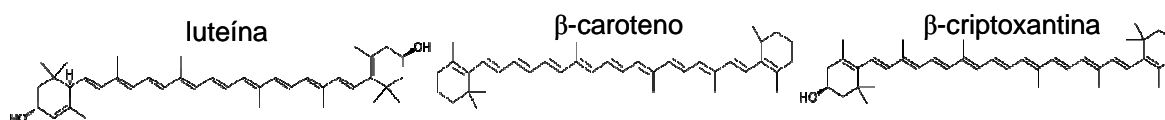
No caso concreto da pêra Rocha, um fruto muito característico do nosso país e muito apreciado pelo consumidor, não só pelo seu sabor mas também pelo seu valor nutritivo, a possibilidade de ter num único produto as propriedades da pêra combinadas com as propriedades de outros frutos, tais como ananás, limão e amora é uma vantagem não só comercial, mas para o próprio consumidor. Não esquecendo o papel da fibra que é incorporada nas polpas através do farelo de trigo.

Com o enriquecimento em antioxidantes e fibra, a polpa desenvolvida poderá ser englobada na categoria de alimentos funcionais. Este conceito não está ainda definido pela legislação europeia mas um alimento funcional não é mais do que um alimento que pode proporcionar um benefício para a saúde, para além do seu valor nutritivo. Porém, todos os alimentos são considerados funcionais pois contribuem para os processos de fisiologia no homem.

O efeito protector atribuído aos frutos, deve-se à presença de compostos antioxidantes, de entre os quais se destacam os compostos fenólicos, produtos secundários do metabolismo vegetal. Estes compostos integram um amplo e complexo grupo de fitoquímicos que apresentam um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilo, na sua estrutura. Em virtude da sua natureza química, actuam como agentes redutores através da cedência de electrões ou de hidrogénio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis. Além disso os compostos bioactivos estão susceptíveis às reacções de oxidação ocorridas durante o processamento e armazenamento, sendo necessário recorrer a métodos de estabilização. É importante destacar os principais componentes das polpas que as tornam num alimento funcional (além de todo o seu valor nutritivo) – carotenóides, flavonóides, ácido ascórbico, ácidos fenólicos, fibra insolúvel.

Os carotenóides são um grupo de pigmentos naturais responsáveis pela coloração dos frutos, que varia de amarelo a vermelho. São muito benéficos para a saúde humana pois são essenciais como precursores da síntese de provitamina A, como antioxidantes,

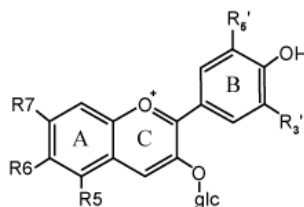
contribuem para a diferenciação celular e função imunológica. Estudos apontam para a importância do consumo de carotenos na ajuda do reforço do sistema imunitário e na diminuição do risco de doenças degenerativas tais como cancro, doenças cardiovasculares, cataratas e degeneração macular (Camões *et al*, 2008). Os carotenos presentes nas polpas de fruta produzidas no âmbito deste trabalho, devem-se sobretudo à amora preta apesar da pêra apresentar teores, mas são consideravelmente baixos (7,6 µg/100 g, Camões *et al*, 2008) quando comparados com os apresentados pela amora (440 µg/100 g, Marinova e Ribarona, 2006). Os principais carotenos são a luteína, β-caroteno e β-criptoxantina e as suas fórmulas estruturais apresentam-se de seguida.



**Figura 3** - Fórmula estrutural dos principais carotenóides

Fonte: [www.phytochemicals.info](http://www.phytochemicals.info)

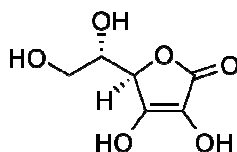
A actividade antioxidante da amora preta está associada à presença de flavonóides, nomeadamente as antocianinas, que são pigmentos responsáveis pela coloração vermelho-alaranjado, roxo ou azul de vários frutos. A antocianina presente em maior proporção na amora preta é a cianidina. Uma amora preta tem um teor em antocianinas que varia de 1165,9 a 1528 mg eq. de cianidina-3-glucosido por kg peso fresco (Naczki e Shahidi, 2004).



**Figura 4** – Fórmula estrutural de uma antocianina

Fonte: [www.micro-ox.com](http://www.micro-ox.com)

O limão é um fruto com elevados teores de ácido ascórbico e teores relativos de flavonóides. A importância do ácido ascórbico na saúde prende-se com o seu papel como vitamina C, potenciando o poder antioxidante das polpas.



**Figura 5** - Fórmula estrutural do ácido ascórbico

Fonte: [www.phytochemicals.info](http://www.phytochemicals.info)

Os compostos fenólicos englobam uma gama enorme de substâncias, de entre as quais os ácidos fenólicos, que por sua constituição química, possuem propriedades antioxidantes. Os principais ácidos fenólicos presentes nos frutos advêm da amora e são ácidos hidroxicinâmicos: ácido coumárico, ácido cafeico e ácido ferúlico (Maguer *et al*, 2002).

Tendo em consideração toda a actividade antioxidante promovida pelos frutos, (sobretudo pela amora e pêra) a fibra incorporada nas polpas através do farelo de trigo também revela ter um papel funcional importantíssimo. As sementes de trigo têm actividade antioxidante e os compostos fenólicos situam-se nas camadas externas da semente (aleurona e pericarpo) que constituem o farelo. A fibra é um dos componentes dos alimentos de origem vegetal que não é digerível pelo organismo. Distingue-se a fibra solúvel (pentosanas, pectinas, gomas e mucilagem) e a fibra insolúvel (celulose, lininha, parte da hemicelulose), tendo as duas formas extrema importância. A fibra insolúvel promove os movimentos peristálticos do intestino através da sua capacidade de ligação com a água e do efeito viscoso que provoca. Por outro lado, a fibra solúvel é um substrato para algumas bactérias lácticas e algumas estirpes de bifidobactérias, que são benéficas para o bom funcionamento do intestino (acção prebiótica); esta fibra controla os níveis de glicemia e reduz o colesterol plasmático (Arloti *et al*, 2005). Estudos apontam para a redução de diversos tipos de cancro e combate a doenças cardiovasculares pelo o consumo de fibra.

## 4.2 – Composição e funcionalidade das matérias-primas a utilizar no presente estudo

Os ingredientes das polpas são todos ricos em compostos que fazem deste produto um alimento saudável. Tendo como referência a tabela da composição dos alimentos do Instituto Ricardo Jorge e Nutritive Value of Foods (USDA), apresentam-se algumas características químicas dos frutos e farelo usados.

**Tabela 1** - Teor em açúcar e ácido ascórbico dos frutos usados na produção de polpas

Fruto	Açúcar (% parte edível)			Ácido Ascórbico (mg / 100 g parte edível)
	Glucose	Frutose	Sacarose	
<b>Pêra</b>	2,2	6,0	1,1	4
<b>Amora</b>	3,2	2,9	0,2	15
<b>Ananás</b>	2,3	1,4	7,9	25
<b>Limão</b>	0,5	0,9	0,2	50

Fonte: Belitz e Grosch, 1999.

Dos frutos utilizados o ananás é o que apresenta um teor em açúcar mais elevado, especialmente em sacarose. O poder vitamínico dos frutos é especialmente elevado no caso do limão, contendo 50 mg de ácido ascórbico por 100 g (parte edível) constituindo assim, uma boa fonte de vitamina C.

**Tabela 2** - Acidez titulável total e pH (% parte edível) e principais ácidos orgânicos

Fruto	Acidez Titulável (M) ou (C)	pH	Ácido Orgânico (m.eq / 100 g) (b.h.)
<b>Pêra</b>	0,2	3,9	Ác. Málico
<b>Amora</b>	1,13 *	3,4	Ác. Málico
<b>Ananás</b>	1,1	3,4	Ác. Cítrico
<b>Limão</b>	6,0	2,5	Ác. Cítrico

**M** – Expresso em g ácido málico por 100 g de produto, **C** – Expresso em g ácido cítrico por 100 g de produto

Fonte: Belitz e Grosch, 1999; \* Antunes *et al.*, 2004.

**Tabela 3** - Compostos fenólicos presentes na amora, pêra e limão

Fruto	Compostos Fenólicos	Teor (mg / kg peso fresco)
<b>Amora</b>	Ácidos hidroxibenzoicos	80 - 270
	Flavonoides	130
	Antocianinas	1000 - 4000
<b>Pêra</b>	Ácidos hidroxicinâmicos	15 - 660
<b>Limão</b>	Flavanonas	50 - 300

Fonte: Belitz e Grosch, 1999.

Pela análise das Tabelas 2 e 3 verifica-se que o pH de todos os frutos situa-se na gama ácida, sendo a pêra o fruto menos ácido. Os compostos fenólicos, como anteriormente referido, são compostos bioactivos com potente actividade biológica. É de destacar a amora que é riquíssima nestas moléculas e em que predominam os ácidos hidroxibenzoicos, os flavonóides e as antocianinas (caroteno presente em maior quantidade). A Tabela 4 revela uma caracterização exaustiva dos diferentes frutos e do farelo de trigo. Os frutos são especialmente ricos em água, glúcidos, vitaminas (A e C), carotenos e sais minerais como potássio, cálcio, fósforo e magnésio. O farelo de trigo, contribui para o enriquecimento da polpa em proteína, amido, fibra, vitamina D,  $\alpha$ -tocoferol, niacina e sais como ferro, potássio, magnésio, zinco, cálcio e sódio.



**Tabela 4** - Caracterização química dos frutos e do farelo (média por 100 g de matéria-seca)

		PÊRA	AMORA	LIMÃO	ANANÁS	FARELO
Macronutrientes	Energia (Kcal)	41	75	26	44	252
	(KJ)	170	314	109	183	1055
	Água (g)	85,1	86	90,1	87,6	3
	Proteína (g)	2,01	7,14	5,05	4,03	15,57
	Gordura Total (g)	2,68	7,14	3,03	1,61	3,51
	Total HC disponíveis (g)	63,09	128,57	19,19	76,61	41,03
	Mono + Dissacáridos (g)	63,09	-	19,19	76,61	15,15
	Ácidos Orgânicos (g)	0,67	-	47,68	8,63	0
	Amido (g)	0	0	0	0	25,88
Ácidos Gordos	Fibra Alimentar (g)	14,77	54,29	12,12	16,94	30,93
	Saturados (g)	0	0	1,01	0	0,62
	Monoinsaturados (g)	0,67	0,71	0	0,81	0,41
	Polinsaturados (g)	0,67	2,14	1,01	0,81	1,55
Ácido Linoleico (g)		0,67	-	1,01	0,81	1,44
Colesterol (mg)		0	0	0	0	0
Vitaminas	A total (equivalentes retinol) (µg)	13,42	164,29	20,20	24,19	0
	Caroteno (µg)	60,40	3142,86*	111,11	161,29	0
	D (µg)	0	0	0	0	2,89
	α -Tocoferol (mg)	3,36	0,00	6,06	0,81	2,27
	Tiamina (mg)	0,13	0,29	0,40	0,32	1,03
	Riboflavina (mg)	0,13	0,43	0,20	0,24	1,55
	Equivalentes de niacina (mg)	1,34	7,14	3,03	5,65	19,59
	Niacina (mg)	1,34	4,29	2,02	4,84	16,49
	Triptofano / 60 (mg)	0	-	1,01	0,81	3,30
	B6 (mg)	0,13	0	0,71	0,73	1,86
	B12 (µg)	0	0	0	0	2,06
	C (mg)	20,13	214,29	555,56	129,03	0
	Folatos (µg)	13,42	242,86	90,91	40,32	257,73
	Cinza (g)	2,42	7,14	4,24	1,61	6,70
Minerais	Na (mg)	53,69	0,00	20,20	16,13	1525,77
	K (mg)	1006,71	2014,29	1414,14	1290,32	927,84
	Ca (mg)	60,40	328,57	262,63	145,16	71,13
	P (mg)	67,11	214,29	161,62	56,45	639,18
	Mg (mg)	60,40	157,14	90,91	104,84	381,44
	Fe (mg)	2,01	5,71	5,05	2,42	12,37
	Zn (mg)	2,01	7,14	5,05	4,03	15,57

**Fonte:** amora – *Nutritive Value of Foods*, USDA; \* Marinova *et al.*, 2006; pêra, limão e ananás – *Tabela da Composição de Alimentos*, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

## 5 – Formas de processamento de polpas de fruta

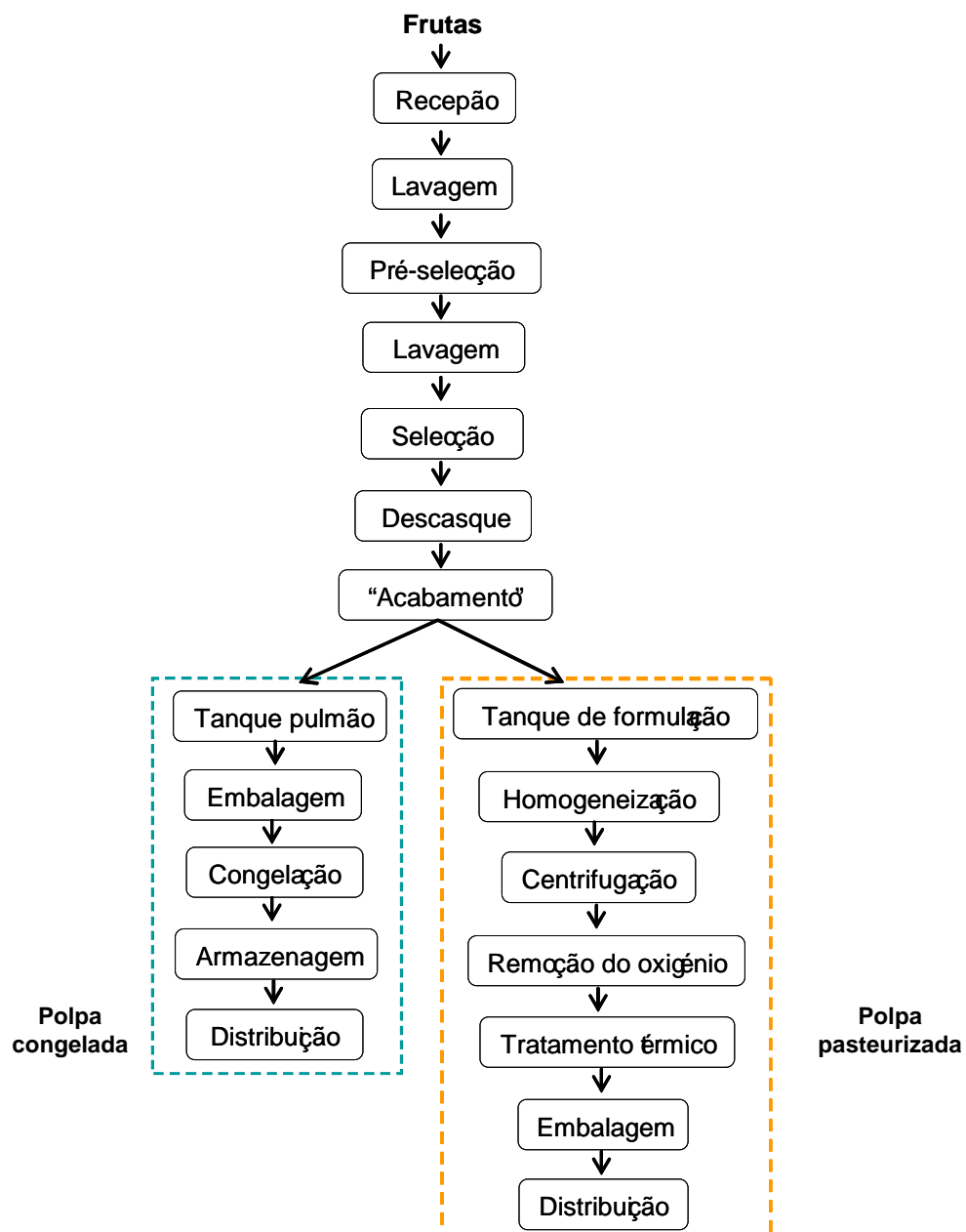
---

Hoje em dia já estão disponíveis no mercado, polpas elaboradas a partir de um leque variado de frutas. No mercado internacional, nomeadamente no mercado brasileiro, praticamente todas as frutas são utilizadas pela indústria das polpas. Já se encontram disponíveis polpas de manga, framboesa, laranja, acerola, ananás, maçã, pêra, banana, pêssago, melancia, tomate, entre outros. Não só existem polpas com uma única variedade de fruta mas também com mistura de frutos. Esta variedade tão grande é possível devido ao processo de fabrico utilizado.

A maior parte das polpas disponíveis no nosso mercado são estabilizadas por processos físicos através da pasteurização (70-80 °C/15-30 s). A pasteurização, sendo um tratamento térmico, pode alterar o sabor natural dos frutos dado que a acção da temperatura provoca algum cozimento do produto, conferindo às polpas características organolépticas diferentes. Este tipo de produto não requer armazenamento em ambiente refrigerado, pois encontra-se estabilizado. Por outro lado, existem também polpas congeladas, que sofrem apenas a acção do frio, que mantém melhor as características sensoriais dos produtos mas exigem a manutenção da rede de frio. O diagrama de processamento destes dois tipos de polpa apresenta-se na Figura 6.

A primeira fase do processo é comum e consiste num conjunto de etapas de preparação da matéria-prima desde o campo até à indústria. Depois de descascada a fruta é imediatamente triturada em moinhos de facas ou martelos, ocorrendo o despolpamento ou acabamento. A polpa está neste momento produzida. Seguem-se duas linhas de conservação possíveis, que possibilitam a estabilização química, bioquímica e microbiológica da polpa. Se o objectivo é a produção de uma polpa congelada, a polpa é injectada para a embalagem a partir do tanque pulmão por uma bomba doseadora. Após a embalagem, o produto é congelado em câmaras ou túneis de congelamento. Na distribuição, as temperaturas durante o transporte devem ser respeitadas, e já na loja, o produto deve ser mantido a -18 °C.

Se a polpa a produzir for uma polpa que não necessite de frio para a sua conservação, após o despolpamento a primeira etapa é a padronização quanto ao teor de sólidos solúveis (TSS), acidez e aditivos. A homogeneização tem como finalidade a redução das partículas a um tamanho uniforme, o que permite maior eficácia do tratamento térmico. A polpa deve ser centrifugada para que haja ainda remoção dos resíduos maiores existentes. A remoção do oxigénio é fundamental, pois evita-se que antes da pasteurização a polpa oxide e escureça. A última fase do processo culmina com o tratamento térmico conseguindo-se um produto estável. A polpa está então pronta para ser embalada e posteriormente comercializada.



**Figura 6** - Diagrama de produção de polpa de fruta pasteurizada e congelada

Fonte: adaptado de [www.falpolpas.com.br/polpasdefrutas.asp](http://www.falpolpas.com.br/polpasdefrutas.asp)

## 6 – Estabilização das polpas de fruta

---

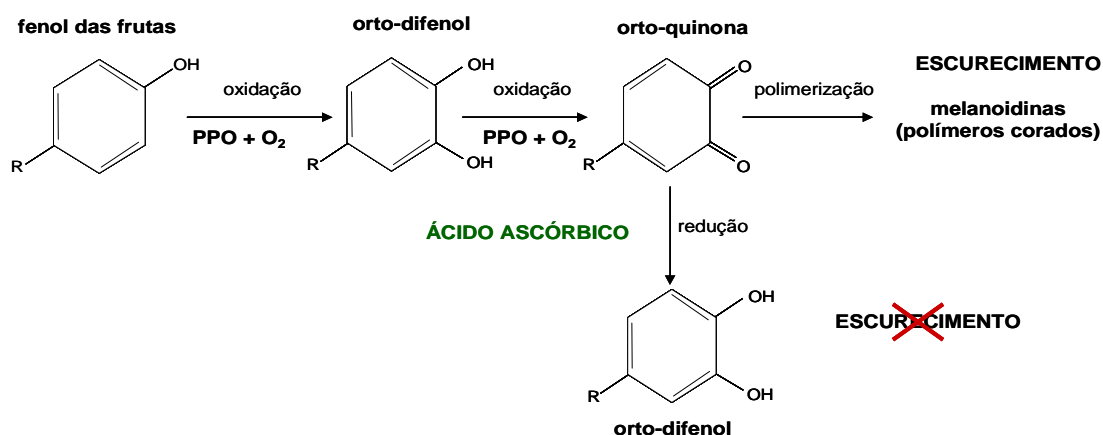
A estrutura social das populações tem evoluído, desenvolveram-se novos processos tecnológicos e alargaram-se os mercados. Tudo isto conduziu ao delineamento de novos produtos alimentares e à optimização de processos e sistemas de conservação. Assim, a indústria alimentar tem evoluído e possibilitado a conservação prolongada dos seus produtos não só através da estabilização física, como através da estabilização química, pelo uso de aditivos alimentares.

As polpas de fruta, além dos tratamentos físicos referidos anteriormente, durante o processamento podem ser adicionadas de aditivos alimentares que contribuem para a estabilização do produto. Estes aditivos tanto são utilizados no fabrico de polpas congeladas como de polpas pasteurizadas, sem provocar qualquer perigo para a saúde do consumidor, desde que sejam cumpridas as boas práticas fabris e respeitados os níveis de incorporação. Um aditivo alimentar é “toda a substância, tenha ou não um valor nutritivo, que por si só não é normalmente género alimentício nem ingrediente característico de um género alimentício, mas cuja adição intencional, com finalidade tecnológica ou organoléptica, em qualquer fase de obtenção, tratamento, acondicionamento, transporte ou armazenagem de um género alimentício, tem como consequência quer a sua incorporação nele ou a presença de um seu derivado, quer a modificação de características desse género” (NP 1735, 1998). Quanto à função desempenhada os aditivos classificam-se em diferentes categorias: conservantes, corantes, acidificantes, antioxidantes, gelificantes, emulsionantes, intensificadores de sabor, entre muitos outros. Quando o objectivo da utilização de aditivos se centra na estabilização oxidativa e não na conservação propriamente dita, a utilização de ácido L-ascórbico (E 300) e ácido cítrico (E 330) é uma possibilidade. São dois aditivos, que são “substâncias que prolongam a durabilidade dos géneros alimentícios, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação (...)” (Decreto-Lei n.º 121/98). A combinação destes dois aditivos na polpa, possibilita uma acção sinérgica entre eles, uma vez que o ácido cítrico funciona como acidificante (aumenta a acidez dos alimentos) possibilitando a melhor actuação do ácido ascórbico, dado que é mais estável a pH baixo. Os antioxidantes retardam a oxidação mas não a impedem totalmente. Ao fim de algum tempo a acção do aditivo pode ser contrária à pretendida, podendo ocorrer oxidações, daí ser importante a utilização de dois ou mais aditivos para se obter uma acção sinérgica. Além disso, o ácido cítrico tem também efeito inibitório sobre a polifenoloxidase (PPO) ao quelatar o cobre do grupo prostético da enzima (Almeida e Nogueira, 1995).

Sempre que ocorre um dano no fruto, corte ou esmagamento, rompem-se células e promove-se o contacto entre as enzimas e os substratos. Quando se corta uma pêra, as PPOs rapidamente catalisam a oxidação de compostos fenólicos verificando-se

escurecimento da face exposta ao ar. O escurecimento enzimático é uma das mais importantes reacções que afecta os frutos e derivados, porque lhes altera a cor e o sabor original. Este problema tem de ser minimizado desde o campo, nas operações de colheita e transporte, e na própria indústria deve ser controlado, pois economicamente não se podem registar perdas. Esta reacção de escurecimento está ilustrada na Figura 7 e tem início com a oxidação dos compostos fenólicos da pêra a quinonas através de reacções catalisadas pelas PPOs na presença de oxigénio. As quinonas são muito reactivas e passam por várias reacções de polimerização dando origem a polímeros insolúveis – melanoidinas (Bayindirli e Ozoglu, 2001). As melanoidinas são compostos de elevada massa molecular e podem ainda reagir com aminoácidos e proteínas acabando por se intensificar a cor escura já produzida (Kim *et al.*, 2000).

É importante recorrer-se, então, a agentes anti-escurecimento tais como agentes redutores (ácido ascórbico) e/ou acidificantes (ácido cítrico), de modo a reverter o processo, uma vez que o agente antioxidante se liga ao oxigénio livre enquanto que o acidificante inibe a actividade enzimática por redução do pH.



**Figura 7** - Ilustração do escurecimento enzimático pelo metabolismo dos compostos fenólicos

Fonte: adaptado de Kim e Maurice, 2000.

O ácido ascórbico, conhecido vulgarmente por vitamina C, é um agente nutricional de elevada solubilidade em água, o que permite a sua utilização em géneros alimentícios não lipídicos (Lidon e Silvestre 2007). A utilização destes aditivos não é importante apenas para o momento de produção das polpas, em que ocorre uma ruptura celular com o consequente contacto entre enzima/substrato. É também importante para a manutenção da qualidade sensorial do produto no armazenamento, ao longo do seu tempo de prateleira até ao seu

consumo. Desta forma, consegue-se uma vantagem tecnológica ao mesmo tempo que se repõem perdas de vitamina C que decorrem ao longo do processo.

A estabilização química revela-se ser imprescindível para a obtenção de produtos com certas características, nomeadamente polpas de pêra não escurecidas. Porém, tem de haver um processo físico associado que permita a conservação do alimento, tal como o recurso a temperaturas reduzidas. A congelação é a melhor forma de preservar as características das polpas que não foram submetidas à pasteurização. As actividades metabólicas e microbiológicas são inibidas, sendo as reacções enzimáticas retardadas mas não completamente inibidas. Pelo exposto, a um processo de congelação devem ser associadas outras barreiras como adição de aditivos, entre outros (Bayindirli e Ozoglu, 2001).

## Capítulo II – DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL



No presente estudo pretendeu-se desenvolver uma polpa de base pêra Rocha com um incremento da componente bioactiva pela adição de amoras e farelo de trigo. Dada a instabilidade de cor das polpas de pêra, a trituração foi efectuada com a incorporação de limão e/ou ananás. Será testada a influência da adição de ácido ascórbico e de ácido cítrico na prevenção do escurecimento.

Para alcançar o objectivo proposto, o estudo desenvolveu-se em várias etapas consecutivas.

1. Estabelecimento da formulação base da polpa;
2. Estudo do efeito da aplicação de ácido ascórbico e ácido cítrico na prevenção do escurecimento;
3. Optimização dos teores de ácido ascórbico e ácido cítrico;
4. Estudo da estabilidade da polpa a -18 °C durante 36 dias de conservação;
5. Estudo da formulação final e da incorporação de fibra alimentar na polpa.

## **7 – Materiais e métodos**

---

### **7.1 – Materiais**

Para a produção de todas as polpas de pêra foram usados os seguintes frutos: pêra (*Pyrus communis*) variedade Rocha, amora preta (*Rubus* sp.), limão (*Citrus limonum*) e ananás (*Ananas sativus*). Foi ainda utilizado farelo de trigo. De acordo com as diferentes fases do trabalho, as proporções e alguns ingredientes variaram.

A fruta utilizada, à excepção das amoras, foi cedida pela empresa *Campotec*. As amoras foram cedidas pela Estação Agronómica Nacional, e o farelo foi adquirido numa superfície comercial. As peras apresentavam-se íntegras, sem danos físicos, casca de cor esverdeada indicando um estado de maturação não muito avançado; a polpa das peras tinha sabor e aroma característicos. As restantes frutas apresentavam-se, igualmente íntegras. As peras, ananás e limão foram mantidos a uma temperatura de 4 °C até ao momento de produção das polpas. As amoras, devido à sua elevada perecibilidade foram mantidas sob congelação até à sua utilização. Como aditivos conducentes à estabilização oxidativa da polpa foram utilizados o ácido ascórbico e o ácido cítrico (Tabela 5). Ambos os aditivos são proanálise e especificamente para fins alimentares, sendo portanto, um produto seguro do ponto de vista da segurança alimentar.

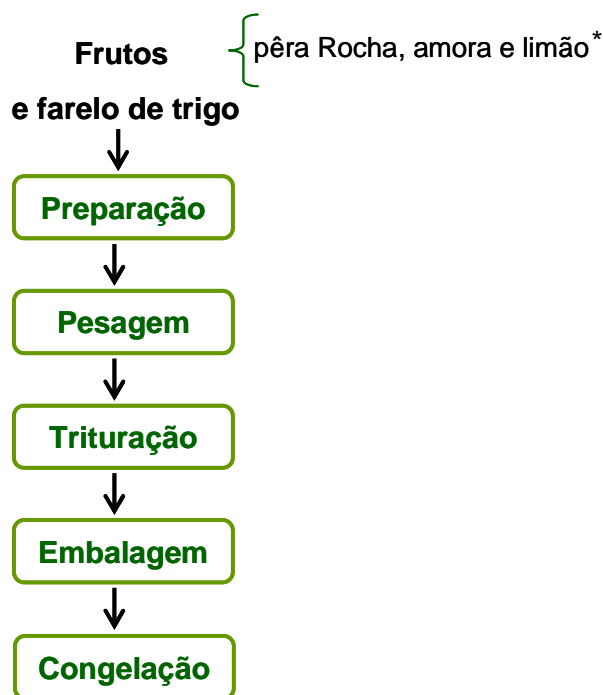


**Tabela 5** - Fórmula molecular, massa molecular e marca comercial dos aditivos usados

Denominação química	Fórmula química	Massa molecular	Marca comercial	Descrição
Ácido L-Ascórbico	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	176,13	Panreac	Produto branco, sólido, cristalino e inodoro
Ácido Cítrico 1-hidrato	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> .H <sub>2</sub> O	210,14	Panreac	Produto sólido cristalino, branco, inodoro, com um gosto ácido muito pronunciado

### 7.1.1 – Processamento das Polpas

A produção de polpas de pêra com limão e de polpas de pêra com ananás foi efectuada utilizando todos os materiais referidos em 7.1, ou seja, pêra Rocha, amora preta, limão, ananás e farelo de trigo. O método de produção das polpas é ilustrado no diagrama da Figura 8.



**Figura 8** - Diagrama de produção de polpas de pêra

\* diagrama semelhante para a produção de polpas com ananás

As frutas foram lavadas com água corrente, secas e depois pesadas juntamente com o farelo. A trituração foi efectuada a frio num moinho de facas, durante 30 segundos e a uma velocidade de rotação de 10 200 r.p.m. É nesta etapa que se adicionam os aditivos, previamente pesados.

## **7.1.2 – Métodos analíticos**

### **7.1.2.1 – Determinações químicas**

Como se pretende efectuar a caracterização química das polpas e a avaliação da estabilidade oxidativa das mesmas após o processamento e durante o período de armazenamento, procedeu-se à determinação de vários parâmetros tais como:  $a_w$ , pH, acidez total, teor de sólidos solúveis, teor de matéria-seca, teor de cinza, componente mineral, teor de fibra, teor de fenóis totais e teor de ácido ascórbico das amostras.

#### ***Determinação do teor de matéria seca (M.S.)***

O teor de matéria seca foi determinado por gravimetria. Amostras de 2 g foram secas em estufa, a 100 °C, até massa constante. Para a determinação, utilizou-se uma balança analítica Denver Instrument TB – 110. Realizaram-se 3 repetições por amostra. Esta determinação foi efectuada nos pontos 10.1 e 11.2 do desenvolvimento experimental.

#### ***Determinação do teor de cinza***

A determinação do teor de cinza foi realizada por incineração, em mufla, a cerca de 520 °C até massa constante. Amostras de 2 g foram pesadas em balança analítica Denver Instrument TB-110. A determinação foi efectuada em triplicado e foi aplicada no ponto 11.2.

#### ***Determinação da actividade de água ( $a_w$ )***

Para determinação do  $a_w$ , utilizou-se o aparelho medidor de actividade de água Rotronic Hygroskop DT. A determinação foi efectuada em triplicado e realizou-se no ponto 10.1 do decorrer experimental.

#### ***Determinação do teor de sólidos solúveis***

O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado (ponto 10.1 e 11.2) recorrendo a um refractómetro Pocket Refractometer PAL – 1. As leituras foram efectuadas no sumo resultante da filtração da polpa. As medições foram realizadas em triplicado, para cada amostra. O procedimento foi realizado de acordo com a norma portuguesa NP EN 12143 de 1999.

#### ***Determinação do pH***

O valor de pH foi determinado, por potenciometria. O aparelho, Denver Instrument Model 220, foi calibrado com duas soluções tampão de pH = 7 e pH = 4, a 20 °C. Os valores médios resultam da média de  $n \geq 3$  determinações por amostra. O procedimento foi

executado segundo a norma portuguesa NP EN 1132 de 1996 e aplicou-se nos pontos 10.1 e 11.2).

### ***Determinação dos fenóis totais***

Para a determinação dos fenóis totais (pontos 10.1 e 11.2), procedeu-se a uma preparação prévia da amostra. Pesaram-se 5 g de amostra para um balão volumétrico de 100 mL e fez-se o volume com água destilada. Em alguns ensaios, foi esta a única preparação necessária para se efectuar a leitura directa no espectrofotómetro (Unicam UV/VIS Spectrometer UV4). Noutros ensaios foi necessário diluir a amostra (1:50). As leituras de absorvância foram realizadas a um comprimento de onda de 280 nm e a determinação dos fenóis totais foi efectuada recorrendo a uma curva padrão, previamente estabelecida para o ácido gálico. As pesagens foram efectuadas numa balança de precisão BJ 1100.

### ***Determinação do teor de fibra***

A determinação do teor de fibra das amostras foi efectuada em 11.2 do estudo experimental e realizou-se de acordo com a metodologia proposta por Lewis *et al* (1991). Efectuaram-se 4 repetições de cada amostra.

### ***Determinação da componente mineral***

O estudo da componente mineral (ponto 11.2) foi efectuado através do tratamento das amostras por via seca com incineração em mufla a cerca de 450 °C, seguido do tratamento com ácido clorídrico e diluição em 100 mL, e finalizando com espectrofotometria por absorção atómica.

### ***Determinação da acidez total***

Esta determinação química foi efectuada segundo a norma portuguesa NP 1421 de 1977 e realizaram-se 3 repetições de cada amostra (ponto 11.2).

### ***Determinação do teor em ácido ascórbico***

O estudo do teor de ácido ascórbico foi efectuado por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) segundo Romero-Rodriguez *et al.* (1992). Foram efectuadas 2 repetições para cada amostra. Esta determinação realizou-se em 10.1 e 11.2 do desenvolvimento experimental.

### 7.1.2.2 – Determinação objectiva da cor

Dada a grande instabilidade de cor das polpas de frutos, tornou-se fundamental efectuar a medição objectiva da cor. Para tal utilizou-se o colorímetro Minolta CR 300 para a medição dos parâmetros CIE  $L^*a^*b^*$  com o iluminante C. A calibração do aparelho foi realizada através da utilização de um padrão branco de coordenadas  $L^* = 97,46$ ,  $a^* = -0,02$  e  $b^* = 1,72$ . As polpas foram colocadas em caixas de Petri com as mesmas dimensões, de modo a homogeneizar as condições de teste. A partir dos parâmetros **a** e **b** procedeu-se ao cálculo da cromaticidade ( $c^*$ ) e da tonalidade ( $h^\circ$ ). Efectuaram-se 10 medições de cada amostra. A medição da cor objectiva efectuou-se nos pontos 10.1 e 11.2 do desenvolvimento experimental.

### 7.1.2.3 – Análise sensorial

A análise sensorial foi efectuada utilizando a ficha de prova apresentada no Anexo 1. Estudaram-se atributos relacionados com uma análise descritiva das amostras e parâmetros de carácter hedónico, como a apreciação geral e intenção de compra dos produtos.

Nesta análise, recorreu-se a um painel semi-treinado de 10 provadores. As provas decorreram no DAIAT do ISA, numa sala de provas com 6 cabines individuais. O painel é constituído por docentes, técnicos e estudantes do departamento de Agro-Indústrias e Agronomia Tropical do ISA com idades compreendidas entre os 19 e os 66 anos.

### 7.1.3 – Tratamento estatístico dos resultados

Os resultados obtidos nos estudos de optimização foram tratados pelo Método de Superfícies de Respostas (RSM) e utilizou-se o modelo empírico de regressão polinomial quadrático (Equação 1) para estimar as respostas individuais  $Y$ . A análise de regressão múltipla é uma extensão da regressão linear simples, que permite que múltiplas variáveis independentes sejam incluídas na equação de regressão para o elemento “ $Y$ ” (Montgomery, C., 1997). Em todas as fases de produção de polpas são várias as variáveis independentes em estudo, e como tal, os resultados dos diferentes ensaios foram submetidos a uma análise de regressão múltipla em que se encontrou uma equação polinomial, de segundo grau, que ajusta o modelo (para um intervalo de confiança de 95%) para cada variável dependente “ $Y$ ” (Barros, 2007) (Equação 1).

$$Y = b_0 + b_1 AA + b_{11} AA^2 + b_2 AC + b_{22} AC^2 + b_3 t + b_{33} t^2 + b_{12} AA AC + b_{13} AA t + b_{23} ACt$$

(Equação 1)

Na equação  $b_n$  são os coeficientes de regressão; AA (% ácido ascórbico), AC (% ácido cítrico) e  $t$  (tempo de armazenamento em dias) são as variáveis independentes. Esta equação relaciona o valor da resposta que se pretende estudar com os diferentes valores que as variáveis independentes podem tomar (Montgomery, 1991).

A estrutura do tratamento estatístico conhecida como metodologia de superfície de resposta (RSM) é essencialmente o desenho de uma análise de regressão (Montgomery, 1991; Giovanni, 1983). O objectivo da RSM é prever o valor de uma variável de resposta (variável dependente) baseando-se em valores controlados dos factores experimentais (variáveis independentes). Neste trabalho experimental foi utilizada a metodologia RSM para analisar o efeito que diferentes variáveis (% AC, % AA, tempo) exercem sobre as características qualitativas das polpas (pH,  $a_w$ , TSS, teor de fenóis totais, concentrações de ácido ascórbico, teor de fibra, componente mineral e parâmetros sensoriais).

Em ensaios industriais, a técnica *Experimental Design* (DOE) aplica os princípios da análise de variância ao desenvolvimento do produto. O principal objectivo é extrair o máximo de informação imparcial possível, mantendo os factores que afectam o processo de produção, a partir do mínimo de observações possível. Pretende-se determinar quais as variáveis que mais influenciam uma determinada resposta “Y”.

O desenho experimental deste trabalho incidiu num *Delineamento Estatístico Composto Central*. Esta prática consiste em três conjuntos de pontos experimentais:

- Um delineamento factorial com  $2^k$  pontos, em que  $k$  é o numero de  $x_i$  variáveis (factores) com níveis codificados +1 e -1 para cada;
- $2^k$  pontos axiais (ou pontos estrela), num CCRD de  $k$  factores, codificados como  $+\alpha$  e  $-\alpha$ , dependendo da distância desses pontos aos pontos centrais;
- Pontos centrais, que são replicados de modo a que seja possível prever a falta de ajuste do modelo estatístico linear obtido, assim como os erros naturais dos ensaios

A principal vantagem desta metodologia é a diminuição do número de ensaios experimentais necessários para avaliar os múltiplos parâmetros e as suas interacções (Barros, 2007).

Os resultados do ponto 11 foram submetidos a análise de variância ANOVA/MANOVA.

De um modo geral, o objectivo da análise de variância (ANOVA) é testar a ocorrência de diferenças significativas entre médias de  $x$  variáveis.

Esta análise foi efectuada através do software Statistica 6.1, da Stasoft.

## 8 – Estabelecimento da formulação base da Polpa

---

Produziram-se dois tipos de polpa em cada fase: polpas de pêra, amora, farelo de trigo e ananás (PA), e polpas de pêra, amora, farelo de trigo e limão (PL). Pretende-se, deste modo perceber a implicação do ananás e do limão na estabilidade das polpas e nas características sensoriais e químicas das mesmas.

Todas as polpas produzidas foram feitas tendo como suporte a formulação base, partindo de 100% de pêra Rocha (Tabela 6).

**Tabela 6** - Formulação base das polpas

Ingrediente	Polpa de pêra – PA	Polpa de pêra – PL
	%	%
<b>Amora</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Farelo de trigo</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Limão</b>	<b>-</b>	<b>5</b>
<b>Ananás</b>	<b>5</b>	<b>-</b>

Esta formulação resulta de estudos preliminares, em que se testaram diversas combinações de teores de amora, farelo e limão. A matriz conducente à formulação final, do referido estudo, apresenta-se no Anexo 4. Como o objectivo deste trabalho experimental é a produção de dois tipos de polpa de pêra diferentes (uma com limão e outra com ananás), adaptou-se a mesma formulação do teor de limão para o teor de ananás (5%).

## 9 – Estudo preliminar do efeito da aplicação de AA e AC na prevenção do escurecimento

Procedeu-se ao estudo do efeito da adição de ácido ascórbico (AA) e ácido cítrico (AC) na prevenção do escurecimento e no gosto da polpa. Para melhor poder aferir o referido efeito, as polpas foram elaboradas sem adição de amora e de farelo de trigo.

De modo a melhor perceber o efeito que cada aditivo tem, isoladamente, sobre o escurecimento e o gosto, produziram-se polpas PL adicionadas de AA (PL<sub>AA</sub>), polpas PL adicionadas de AC (PL<sub>AC</sub>), polpas PA adicionadas de AA (PA<sub>AA</sub>) e polpas PA apenas adicionadas de AC (PA<sub>AC</sub>).

### 9.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico

As formulações testadas foram as mesmas para polpas de pêra com limão (PL) e para polpas de pêra com ananás (PA) (Tabela 6), sem adição de amora e farelo de trigo como foi mencionado. O método de produção consistiu na lavagem dos frutos seguida da sua pesagem e trituração (10 200 r.p.m durante 30 s) na presença dos aditivos, previamente pesados. Produziram-se polpas PL e polpas PA, e para cada uma delas testaram-se diferentes teores de ácido ascórbico e de ácido cítrico. O número de amostras testado para cada tipo de polpa, para cada um dos aditivos não foi o mesmo, dado que se estudaram diferentes níveis de incorporação para cada situação. Na Tabela 7 são referidos os níveis de ácido ascórbico testados para os dois tipos de polpa produzida, bem como todas as amostras realizadas. Os teores de AA apresentados foram escolhidos tendo como base os limites extremos 0 e 3 % do aditivo e a variação de 0,5 % entre cada um.

**Tabela 7** - Níveis de ácido ascórbico testados na produção de polpas de pêra Rocha

Amostra	Ácido Ascórbico (%)
PL0 <sub>AA</sub> PA0 <sub>AA</sub>	0,0
PL1 <sub>AA</sub> PA1 <sub>AA</sub>	0,5
PL2 <sub>AA</sub> PA2 <sub>AA</sub>	1,0
PL3 <sub>AA</sub> PA3 <sub>AA</sub>	1,5
PL4 <sub>AA</sub> PA4 <sub>AA</sub>	2,0
PL5 <sub>AA</sub> PA5 <sub>AA</sub>	2,5
PL6 <sub>AA</sub> PA6 <sub>AA</sub>	3,0

Na Tabela 8 são referidos os níveis de ácido cítrico testados para os dois tipos de polpa produzida e todas as amostras realizadas.

Os níveis de variação de AC escolhidos são idênticos aos apresentados na Tabela 7 com uma variante, a introdução do nível 0,3 % de AC. Esta opção prende-se com o facto de este aditivo possuir um poder acidificante bastante forte em que pequenas oscilações suscitam diferenças sensoriais bastante perceptíveis. Deste modo pretende-se verificar essa situação para que se possa auferir uma formulação de aditivos mais correcta.

**Tabela 8** - Níveis de ácido cítrico testados na produção de polpas de pêra Rocha

Amostra		Ácido Cítrico (%)
PL0 <sub>AC</sub>	PA0 <sub>AC</sub>	0,0
PL1 <sub>AC</sub>	PA1 <sub>AC</sub>	0,3
PL2 <sub>AC</sub>	PA2 <sub>AC</sub>	0,5
PL3 <sub>AC</sub>	PA3 <sub>AC</sub>	1,0
PL4 <sub>AC</sub>	PA4 <sub>AC</sub>	1,5
PL5 <sub>AC</sub>	PA5 <sub>AC</sub>	2,0
PL6 <sub>AC</sub>	PA6 <sub>AC</sub>	2,5
PL7 <sub>AC</sub>	PA7 <sub>AC</sub>	3,0

As diferentes polpas foram analisadas sob o ponto de vista sensorial para os atributos cor, sabor ácido e sabor metálico. Cada provador participou em 4 sessões de prova, sendo cada uma destinada a um tipo de polpa diferente. Numa primeira fase avaliaram-se as 7 amostras diferentes de PL<sub>AA</sub>, seguidas das 7 amostras de PA<sub>AA</sub>. A terceira sessão consistiu na prova de 8 amostras de polpa PL<sub>AC</sub> sendo a última sessão reservada à análise das amostras PA<sub>AC</sub>. Como o número de amostras para cada tipo de aditivo variou elaboraram-se duas fichas de prova sensorial que se encontram no Anexo 1 e Anexo 2. Foi pedido aos provadores que ordenassem as amostras por ordem crescente de intensidade.

## 9.2 – Resultados e discussão

Os resultados da avaliação sensorial apresentam-se na Tabela 9 e Tabela 10.



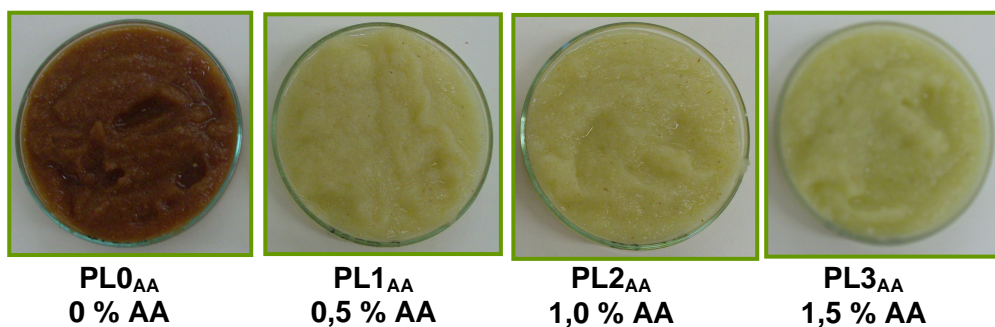
**Tabela 9** - Resultados da avaliação sensorial, no que respeita ao sabor metálico e ao escurecimento das polpas PL<sub>AA</sub> e das polpas PA<sub>AA</sub>

Amostra	Sabor metálico	Escurecimento
PL0 <sub>AA</sub> PA0 <sub>AA</sub>	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
PL1 <sub>AA</sub> PA1 <sub>AA</sub>		
PL2 <sub>AA</sub> PA2 <sub>AA</sub>		
PL3 <sub>AA</sub> PA3 <sub>AA</sub>		
PL4 <sub>AA</sub> PA4 <sub>AA</sub>		
PL5 <sub>AA</sub> PA5 <sub>AA</sub>		
PL6 <sub>AA</sub> PA6 <sub>AA</sub>		

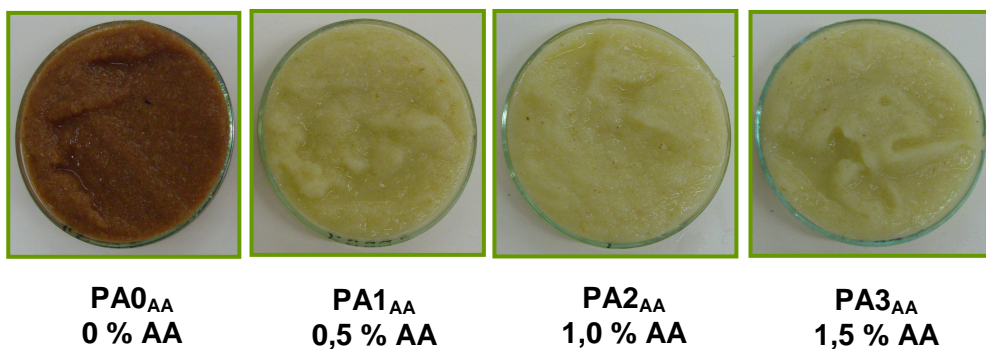
**Tabela 10** - Resultados da avaliação sensorial, no que respeita à acidez e ao escurecimento das polpas PL<sub>AC</sub> e das polpas PA<sub>AC</sub>

Amostra	Acidez	Escurecimento
PL0 <sub>AC</sub> PA0 <sub>AC</sub>	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
PL1 <sub>AC</sub> PA1 <sub>AC</sub>		
PL2 <sub>AC</sub> PA2 <sub>AC</sub>		
PL3 <sub>AC</sub> PA3 <sub>AC</sub>		
PL4 <sub>AC</sub> PA4 <sub>AC</sub>		
PL5 <sub>AC</sub> PA5 <sub>AC</sub>		
PL6 <sub>AC</sub> PA6 <sub>AC</sub>		
PL7 <sub>AC</sub> PA7 <sub>AC</sub>		

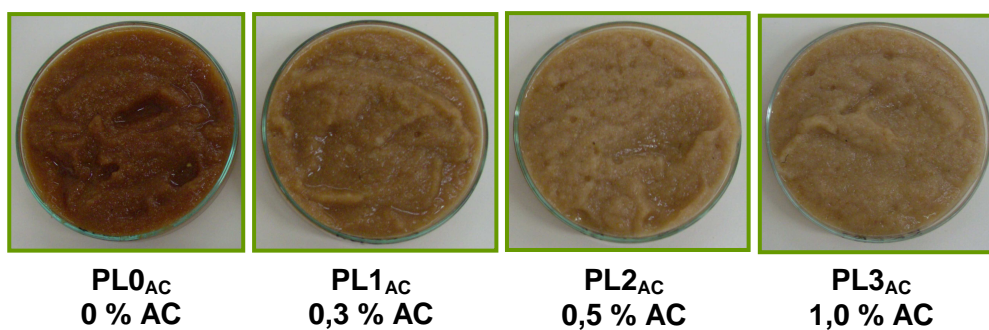
A título exemplificativo, as figuras 9 a 12 ilustram algumas das polpas produzidas por comparação com o ensaio em branco que é uma polpa elaborada somente com pêra Rocha, sem qualquer incorporação de aditivos.



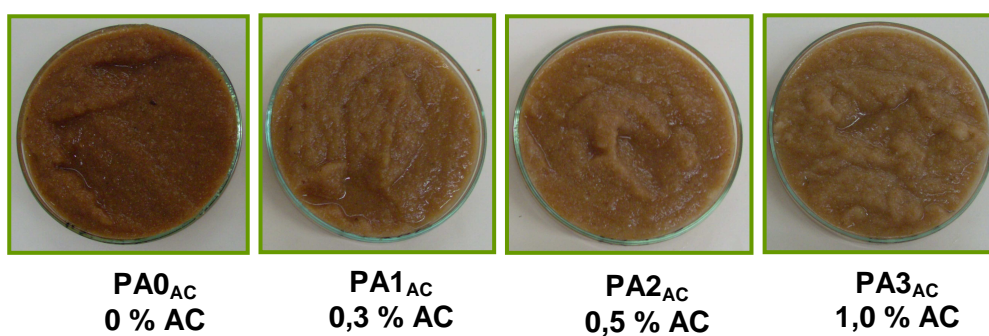
**Figura 9** – Aspecto geral de algumas polpas PL<sub>AA</sub> adicionadas de diferentes níveis de ácido ascórbico por comparação com o ensaio em branco (PL0<sub>AA</sub>)



**Figura 10** – Aspecto geral de algumas polpas PA<sub>AA</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido ascórbico por comparação com o ensaio em branco (PA0<sub>AA</sub>)



**Figura 11** – Aspecto geral de algumas polpas PL<sub>AC</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido cítrico por comparação com o ensaio em branco (PL0<sub>AC</sub>)



**Figura 12** – Aspecto geral de algumas polpas PA<sub>AC</sub> adicionadas de diferentes teores de ácido cítrico por comparação com o ensaio em branco (PA0<sub>AC</sub>)

Pela análise das Tabelas 9 e 10 e das Figuras 9 a 12 é possível observar que quando utilizados isoladamente, o ácido ascórbico e o ácido cítrico exercem efeitos bem diferentes na inibição do escurecimento da polpa de pêra. Assim, verifica-se que o AA, mesmo a níveis baixos (0,5 % m/m) limita o escurecimento. O AC não exerce grande efeito mesmo a níveis elevados (1,0 % m/m). Confirma-se o acentuado escurecimento das polpas de pêra quando não se utiliza qualquer barreira antioxidante. Os resultados expressos na Tabela 9 e Tabela 10, revelam que a acidez e sabor metálico das polpas é crescente à medida que a concentração de AC e AA aumenta.

Comparando os dois tipos de polpa produzida (PL e PA) e tendo somente como método de verificação uma análise visual, constata-se que a incorporação de limão na polpa tem um efeito inibitório mais pronunciado sobre o escurecimento, já que as amostras escureceram menos. Este efeito é mais perceptível quando se comparam amostras adicionadas de AC. Assim, é de referir que sob avaliação visual, o ananás não revela ser tão efectivo no combate ao escurecimento da polpa. O pH ácido do limão é um adjuvante contra o escurecimento do produto. Apesar de não constar da avaliação, os provadores preferiram o gosto das polpas PA (qualquer uma) em detrimento das polpas PL.

### **9.3 – Conclusões intercalares**

Após a análise dos dados relativos à prova sensorial das polpas, assim como pela análise visual das mesmas, conclui-se que o ácido ascórbico, devido à sua actividade antioxidante é o aditivo que mais contribui para a inibição do escurecimento enzimático. Sobretudo, tendo em conta que são polpas de pêra Rocha, cujo fruto base oxida facilmente após corte e exposição ao ar (oxigénio atmosférico), devido à acção das polifenoloxidasas.

Teores muito elevados de ácido cítrico tornam as polpas, tanto as de limão como as de ananás, extremamente ácidas.

Após estes resultados é interessante estudar a acção sinérgica entre estes dois aditivos na prevenção do escurecimento enzimático. Relativamente à diferença entre a incorporação de ananás e de limão na produção da polpa, as amostras PA revelaram um escurecimento mais intenso, quando comparadas com as amostras PL. Porém, sensorialmente foram mais apreciadas as polpas de pêra com ananás.

Após este ensaio exploratório conclui-se que as concentrações de ácido cítrico e de ácido ascórbico não deverão exceder 1,5 % m/m. Encontrado o nível máximo de ácido ascórbico e de ácido cítrico a incorporar, é importante otimizar os teores destes aditivos na polpa e avaliar a importância que o uso de limão e de ananás tem a nível sensorial.

## 10 – Optimização dos teores de ácido ascórbico e ácido cítrico

### 10.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico

Após o estabelecimento dos limites de incorporação de aditivos nas polpas, segue-se a produção de polpas de pêra com limão e de polpas de pêra com ananás utilizando todos os materiais referidos em 7.1. Ou seja nesta fase experimental a produção de polpas realizou-se com adição de amora preta e farelo de trigo, além da pêra Rocha, ananás ou limão e aditivos. O método de produção é semelhante ao referido em 7.1.1, como ilustra o diagrama da Figura 13, apenas com o destaque na operação em que se incorporam os aditivos na polpa. É nesta etapa que se adicionam os aditivos, previamente pesados, conforme as diferentes formulações. A etapa seguinte é a embalagem, que foi efectuada de imediato após a obtenção de polpa, em sacos de plástico e com remoção do ar. Todas as polpas produzidas foram congeladas a uma temperatura de -18 °C.



**Figura 13** - Diagrama de produção de polpas de pêra

\* diagrama semelhante para a produção de polpas com ananás

Utilizou-se o *Delineamento Estatístico Composto Central*, cuja matriz de apresenta no Anexo 5, de forma a verificar a influência dos níveis de incorporação de AA e AC e do tempo de conservação.

As variáveis dependentes estudadas incluíram:

- Determinação do teor de matéria-seca

- Determinação do valor de pH
- Determinação da acidez total
- Determinação do teor de sólidos solúveis
- Determinação do  $a_w$
- Determinação do teor de fenóis totais
- Determinação do teor de ácido ascórbico
- Avaliação da cor *cieLab*

Efectuou-se também uma análise sensorial a todos os ensaios, segundo a ficha de prova em anexo (Anexo 3).

## 10.2 – Resultados e discussão

Os resultados obtidos (Anexos 6 a 11) foram tratados através da metodologia RSM. Para a construção dos modelos foram considerados apenas os efeitos estimados significativos, cujos coeficientes são marcados com \* (Tabela 11). Nas equações gerais que traduzem o modelo para os diferentes parâmetros a avaliar, os coeficientes marcados com \* são os efeitos estimados com significância para o modelo. A sua interpretação é a seguinte:

**Tabela 11** - Significância dos efeitos

	<i>p-value</i>
*	$p < 0,05$
**	$0,01 < p < 0,05$
***	$p < 0,01$
****	$p < 0,001$

Apresentam-se apenas as equações para as variáveis dependentes que apresentam  $R^2$  e  $R^2_{\text{ajustado}} \leq 0,1$ . As equações obtidas para os dois tipos de polpa produzida apresentam-se na Tabela 12. Para efeitos do presente estudo apenas se apresentam os gráficos que se ajustam ao modelo e cujos efeitos revelam maior significância para o mesmo, facto que justifica a diferença de variáveis dependentes entre as polpas PA e PL na Tabela 12.

Os resultados da caracterização química das polpas (Anexo 6 e 7), são expressos em base seca e referentes a valores médios.

Apresenta-se, a título exemplificativo em anexo (Anexo 13), um dos cromatogramas obtidos na análise por HPLC ao ácido ascórbico.

**Tabela 12** - Equações ajustadas por RSM para as diferentes variáveis dependentes

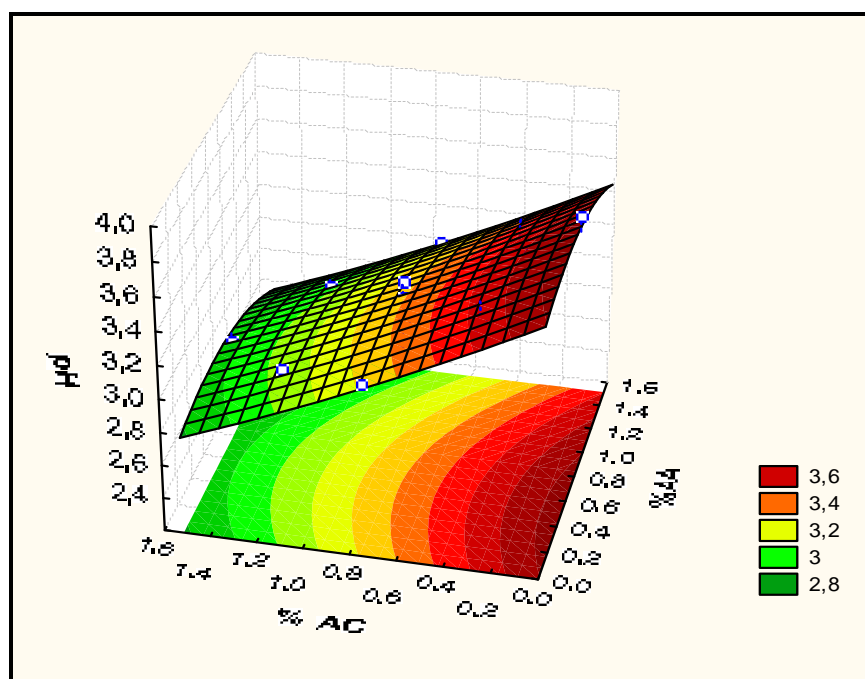
	Variável dependente	Equação	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> aj.	N.º equação
POLPAS PA	pH	$3,4336^{****} + 0,3066 AA^* - 0,2618 AA^2 - 0,8194 AC^{****} + 0,0627 AC^2 + 0,0307 t - 0,0009 t^{2***} + 0,0106 AA.AC - 0,0022 AA.t + 0,0069 AC.t$	0,97	0,92	(2)
	Fenóis totais	$1721,32^{****} + 5580,57 AA^{****} - 2357,74 AC + 1506,48 AC^2 - 121,66 t + 5,02 t^2 - 1324,48 AA.AC$	0,86	0,76	(3)
	Ácido ascórbico	$- 25574,2^{****} + 46530,5 AA^{****} - 4915,4 AA^2 + 33884,2 AC - 23316,2 AC^2 + 1803,5 t - 61,5 t^2 + 462,5 AA.t$	0,90	0,82	(4)
	Acidez sensorial	$1,2627^{****} + 0,3238 AA^{***} + 0,3086 AA^2 + 1,5270 AC^{****} + 0,1309 AC^2 - 0,0243 t + 0,0011 t^2 + 0,1417 AA.AC - 0,0179 AC.t$	0,93	0,84	(5)
	Doce	$2,0462^{****} + 0,3227 AA^{**} - 0,1745 AA^2 - 0,0975 AC^{***} - 0,4252 AA.AC$	0,77	0,67	(6)
	Int. de compra	$2,1676^{****} + 1,4754 AA - 0,8280 AA^{2**} - 0,1320 AC^{****} - 0,6378 AA.AC$	0,81	0,71	(7)
POLPAS PL	pH	$3,8901^{****} - 0,7592 AA + 0,4115 AA^{2**} - 1,0690 AC^{****} + 0,2960 AC^2 - 0,0041 t + 0,0094 AC.t$	0,86	0,76	(8)
	Fenóis totais	$- 2654,96^{****} + 13 440,70 AA + 117,13 t + 12,54 t^{2**} - 695,56 AA.t^{****} - 220 AA.AC$	0,77	0,67	(9)
	Ácido ascórbico	$- 28098^{****} + 76 250,2 AA^{****} - 17 281,3 AA^2 + 30135,6 AC - 30442,0 AC^2 + 1047,4 t - 40,1 t^2 + 20 060,3 AA.AC - 849,9 AA.t + 804,2 AC.t$	0,94	0,85	(10)
	c (croma)	$17,1570^{****} + 8,0698 AA^{***} + 2,5021 AA^2 + 12,6970 AC - 0,3908 t^{****} + 0,0095 t^{2**} - 10,6390 AA.AC^{***} - 0,1609 AC.t$	0,90	0,81	(11)
	Gosto a pêra	$4,1501^{****} + 1,6122 AA^{****} + 0,0279 AA^2 - 0,4601 AC^{**} + 0,0279 AC^2 - 0,0012 t^2$	0,89	0,80	(12)
	Acidez sensorial	$1,5522^{****} + 2,9183 AA^{****} - 0,9864 AA^2 + 2,3153 AC^{****} - 0,8086 AC^2 - 0,03189 t - 0,7086 AA.AC + 0,0238 AC.t$	0,89	0,80	(13)
	Doce	$2,2521^{****} - 1,3646 AA^{**} + 0,6613 AA^{2**} - 0,7836 AC + 0,3947 AC^2 + 0,0106 t^{**}$	0,80	0,70	(14)
	Apreciação global	$2,8385^{****} - 1,2365 AA^{****} + 0,6387 AA^{2**} + 0,0575 AC - 0,0121 t^{**} - 0,4252 AA.AC$	0,81	0,71	(15)
	Int. de Compra	$2,6626^{****} - 1,0248 AA + 0,6126 AA^2 - 0,1413 AC - 0,0137 t^{**} - 0,5669 AA.AC$	0,79	0,69	(16)

## Polpas de pêra com ananás

### pH

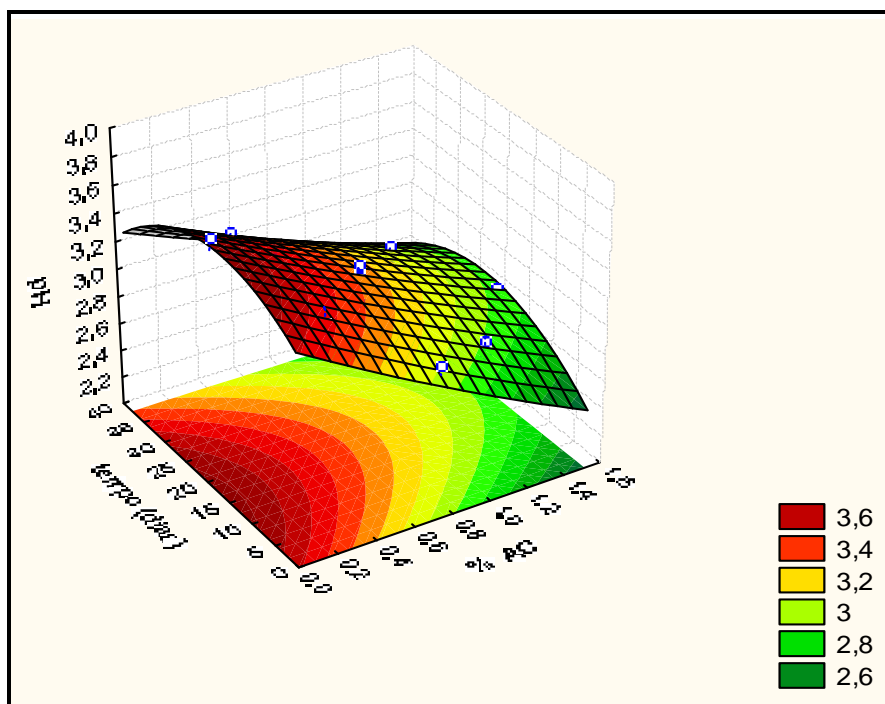
Pela Equação 2 é possível verificar que o ácido cítrico é o aditivo que possui maior influência no pH das polpas ( $P < 0,001$ ). Pela Figura 14 verifica-se que quanto maior a quantidade adicionada, mais ácidas ficam as polpas. O ácido ascórbico tem uma influência menos marcante neste parâmetro.

As polpas apresentam valores que oscilam entre 2,84 e 3,81 nas amostras com maior teor e ausência de ácido cítrico, respectivamente. Verifica-se assim, que 1,5 % de ácido cítrico faz variar o pH das polpas de ananás em cerca de 1 unidade. O pH também é dependente do tempo de conservação que exerce uma influência negativa quadrática sobre este parâmetro (Eq. 2).



**Figura 14** - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes teores de AA e de AC.

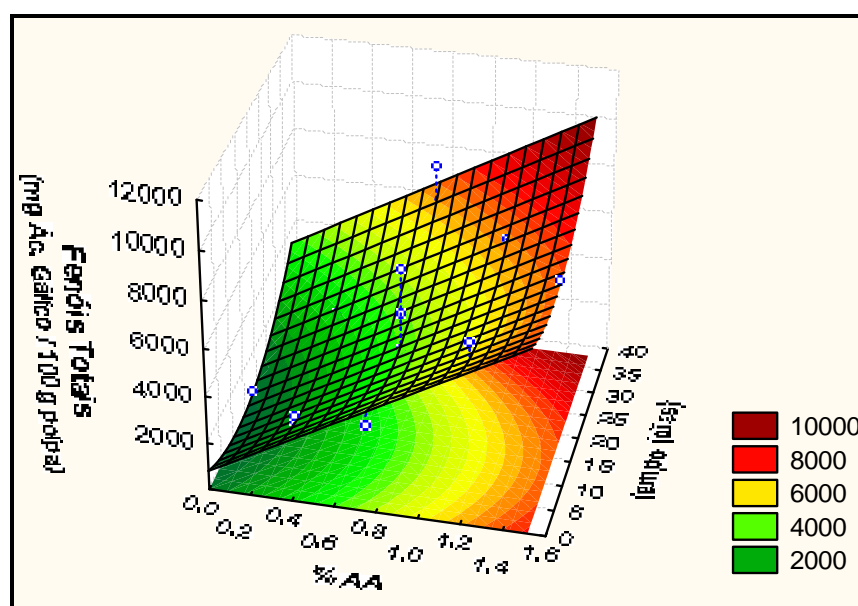




**Figura 15** - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AC e tempo de conservação

### Teor em fenóis totais

O teor fenólico total é significativamente influenciado pelo teor de ácido ascórbico (Eq. 3) verificando-se um aumento com o incremento de AA adicionado na produção das polpas (Figura 16). Os dados obtidos experimentalmente denotam uma quebra deste parâmetro ao longo do tempo. Tal facto pode prender-se com a insolubilização dos fenóis quando oxidados e portanto a não quantificação pelo método utilizado.

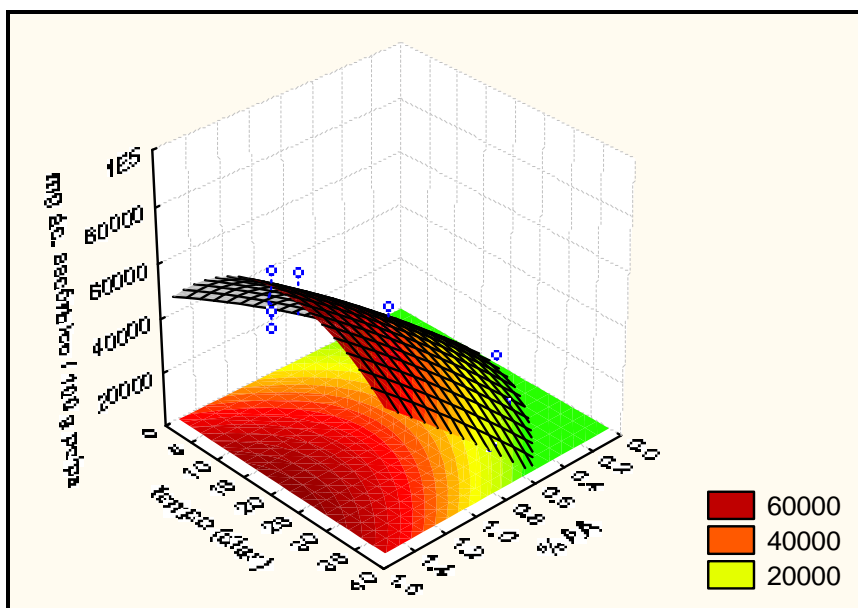


**Figura 16** - Superfície de resposta do teor em fenóis totais de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e tempo de conservação



### Teor em ácido ascórbico

Pela Equação 4 a concentração de AA na polpa é significativamente influenciada pelo nível de incorporação do mesmo. Como era previsível o teor de AA adicionado influencia muito significativamente este parâmetro. Concentrações mais elevadas deste aditivo nas polpas aumentam o teor deste componente nas mesmas (Fig. 17).

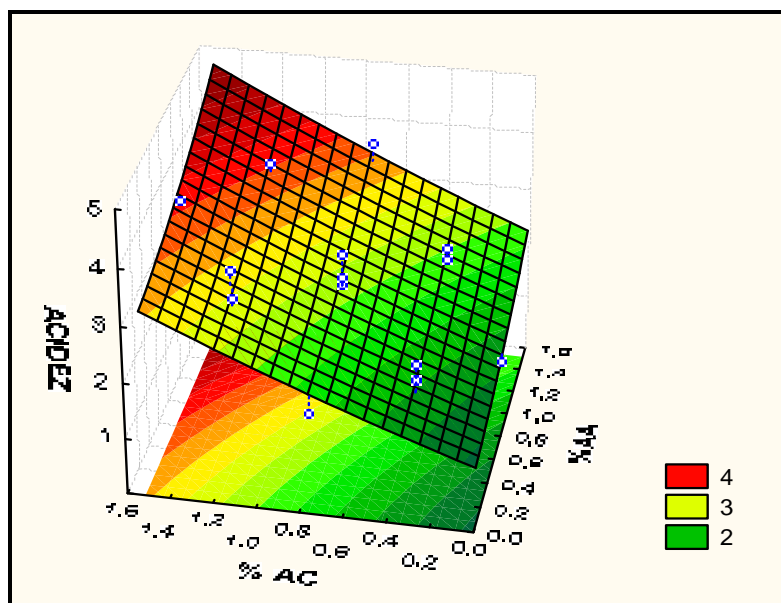


**Figura 17** - Superfície de resposta do teor em ácido ascórbico de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes tempo de conservação e AA

### Acidez sensorial

A Equação 5 traduz a acidez sensorial em função das variáveis independentes em estudo. Verifica-se que este parâmetro é influenciado linear e positivamente quer pela presença de ácido cítrico, quer pela presença de ácido ascórbico, sendo a influência deste último maior, como se verifica pela Figura 18. Naturalmente quanto maior for a sua adição nas polpas maior a acidez perceptível.

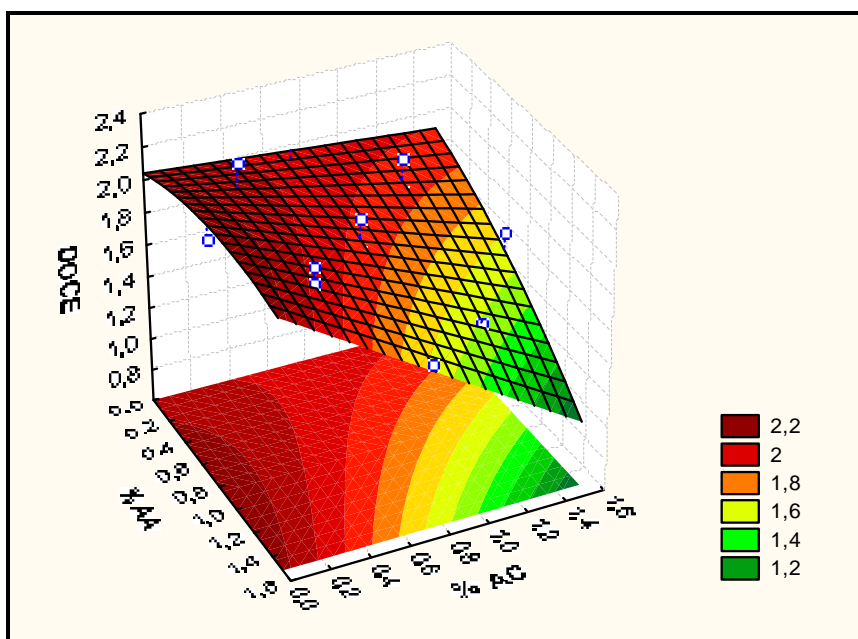
Para que as polpas sejam agradáveis ao consumo, a média da classificação sensorial da acidez não deve ser superior a 3, logo devem-se incorporar níveis de aditivos reduzidos, inferiores a 1,3 %.



**Figura 18** - Superfície de resposta da acidez de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AC e AA

### Sabor doce

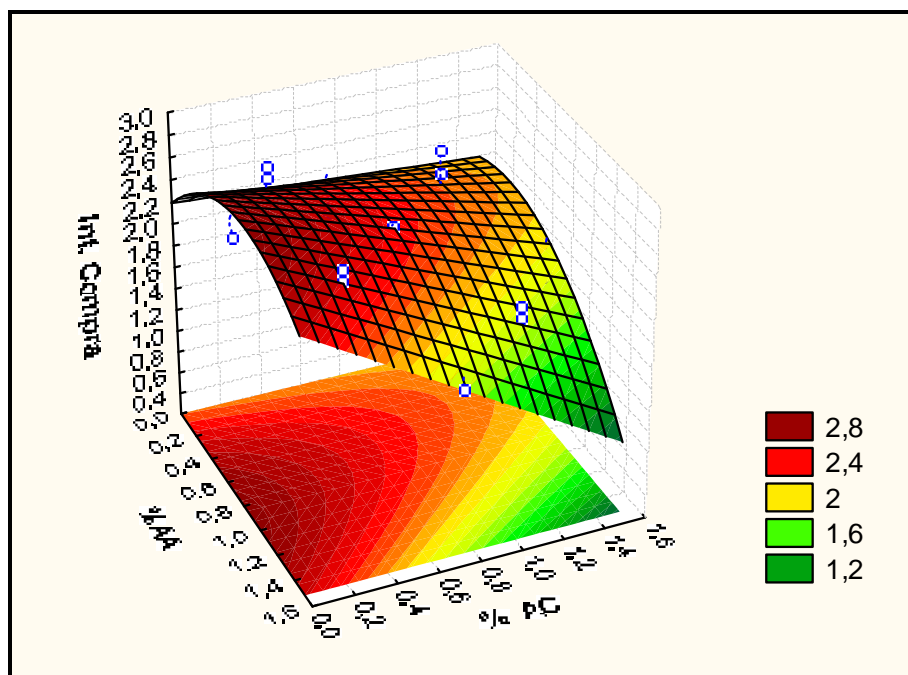
Pela Equação 6 constata-se que este parâmetro é influenciado quer pela variável independente ácido cítrico quer pela variável ácido ascórbico. Mas é o AC que exerce maior influência positiva na sensação “doce”, como se verifica pela Figura 19. Para este tipo de polpa (PA), o teor de incorporação de AC não deve exceder 0,6 % (m/m) de modo a se obter uma polpa mais doce. É de referir que o sabor ácido, se exagerado, contribui para “mascarar” a sensação doce.



**Figura 19** - Superfície de resposta do sabor doce de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e AC

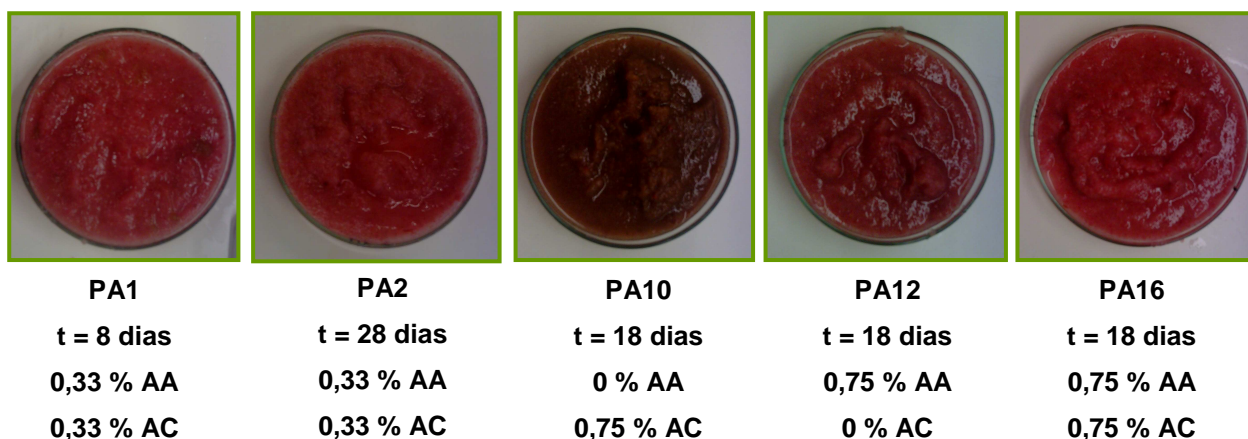
## Intenção de compra

A intenção de compra é influenciada significativa e negativamente pela presença de ácido cítrico (efeito linear) e de ácido ascórbico (efeito quadrático) (Eq. 7). Esta situação é visível na Figura 20 e para que a intenção de compra seja a maior possível (classificação 3 – provavelmente compraria), os níveis de adição de AC não devem exceder 0,8 % (m/m).



**Figura 20** - Superfície de resposta da intenção de compra de polpas de pêra com ananás em função das variáveis independentes AA e AC

Apenas com carácter exemplificativo, apresenta-se a Figura 21 com imagens de algumas amostras de polpa produzida onde é visível a cor que apresentaram após descongelação consoante o tempo de conservação e o nível de incorporação de aditivos. A amora é um fruto que confere uma coloração rosada forte às polpas, mascarando a cor da pêra. A análise da Figura permite confirmar o observado no capítulo anterior, o ácido cítrico isoladamente não evita o escurecimento dos produtos (PA10). Pelo contrário, o uso isolado de ácido ascórbico permite por si só, a prevenção do escurecimento enzimático (PA12) até determinado nível. Desde já se verifica que o teor em ácido ascórbico é fundamental para a manutenção da cor original das polpas porém, como já foi referido, amostras com teores elevados de ácido ascórbico conduzem a reacções de condensação entre este aditivo e as antocianinas, e nesta relação, quanto maior a concentração desse aditivo no sistema, maior a taxa de degradação do pigmento antociânico (Araújo, 2008). Níveis médios de aditivos usados no campo experimental são os que permitem a obtenção de polpas de cor mais natural e que melhor contribuem para a manutenção da mesma ao longo do tempo.

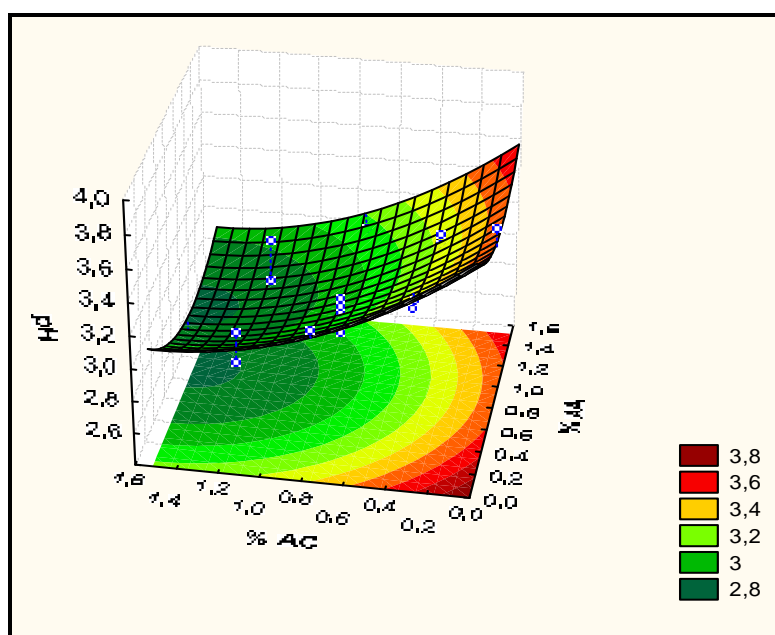


**Figura 21** - Aspecto das polpas de pêra com ananás após descongelação ao fim do tempo t

### *Polpas de pêra com limão*

#### **pH**

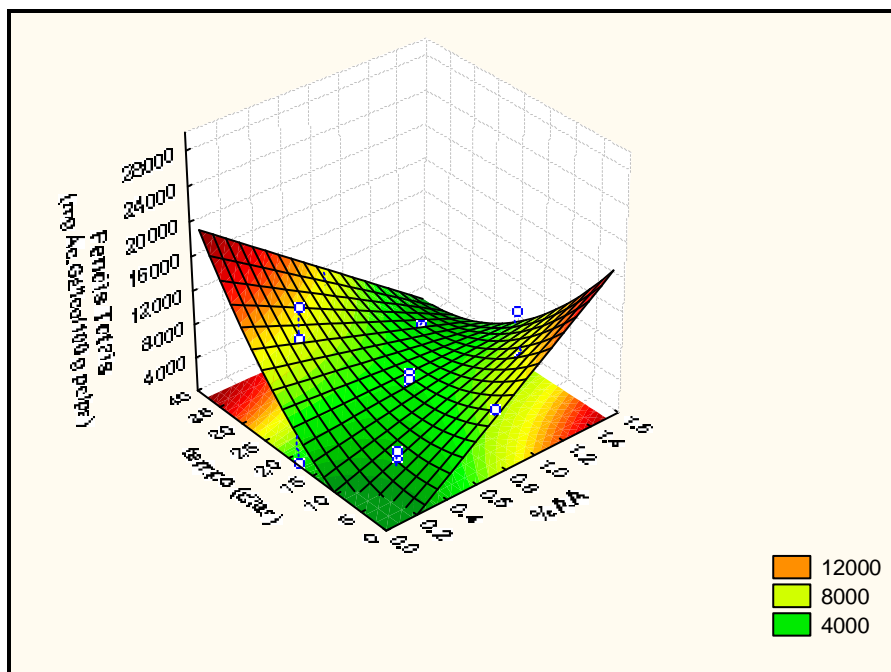
Tal como para as polpas de pêra com ananás, o teor de ácido cítrico é o efeito estimado com maior significância para o modelo (Eq. 8). Pela observação da Figura 22, constata-se que o pH sofre maiores variações devido à acção do ácido cítrico sendo mínimo para valores máximos deste aditivo. O ácido ascórbico influencia a acidez das polpas mas apenas a nível quadrático. De referir que valores máximos testados de AC implicam um pH da polpa inferior a 3 unidades.



**Figura 22** - Superfície de resposta do pH de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA

### Teor em fenóis totais

Neste caso a interação entre o teor de ácido ascórbico e o tempo de conservação revela-se o efeito estimado com maior significância (Eq. 9). Pela Figura 23 verifica-se que o aumento do teor de AA adicionado provoca o aumento do teor em fenóis das polpas. Ao longo do tempo parece haver uma quebra no teor em fenóis totais devendo-se à insolubilização dos fenóis quando oxidados e portanto a não quantificação pelo método utilizado.

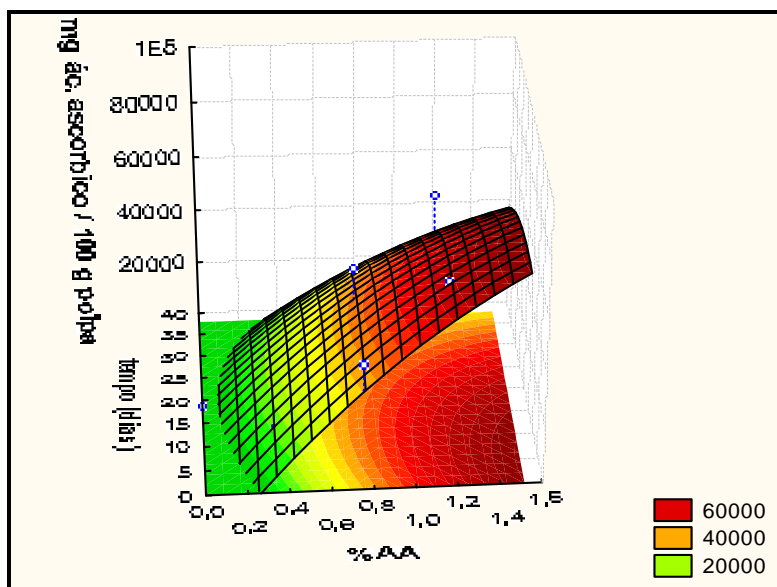


**Figura 23** - Superfície de resposta do teor em fenóis totais de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA

### Teor em ácido ascórbico

Pela Equação 10 verifica-se que o teor de incorporação de ácido ascórbico na polpa é a variável independente com maior influência neste parâmetro. Tal como se verificou no caso das polpas de pêra com ananás, quanto maior a incorporação deste composto na polpa maior a sua concentração analítica. Por outro lado, teores muito elevados de ácido ascórbico conduzem à degradação do próprio aditivo, situação verificada na Figura 24.

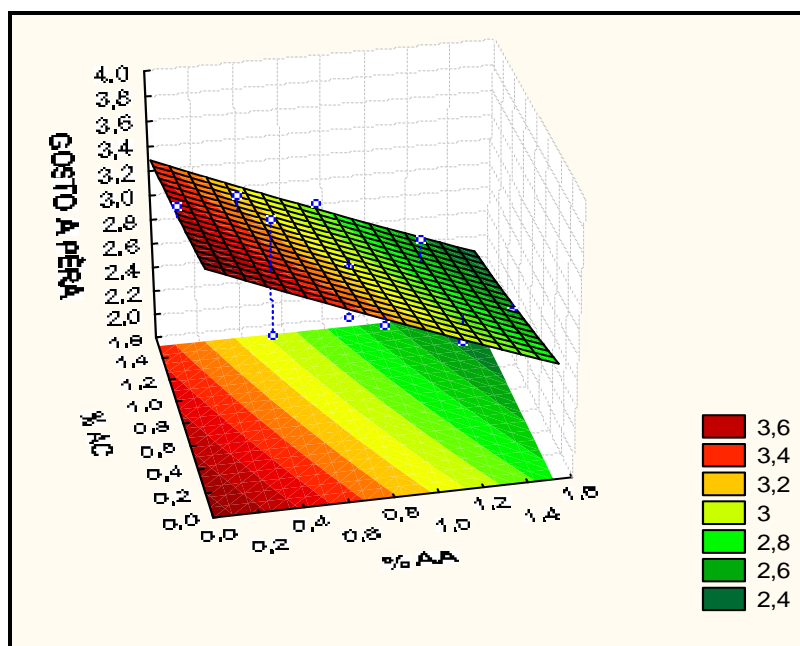
O ácido ascórbico natural dos frutos contribui por si só para o poder vitamínico das polpas. Este dado é suportado pelo resultado da amostra PL10 (Anexo 7), que apenas levou adição de ácido cítrico, e que possui um valor considerável em AA.



**Figura 24** - Superfície de resposta do teor em ácido ascórbico de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA

### Gosto a pêra

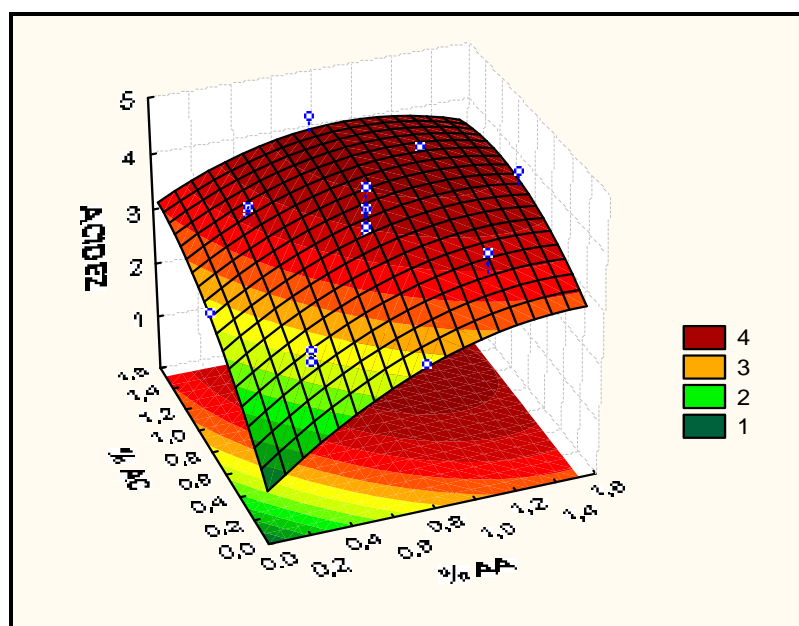
O gosto a pêra das polpas é influenciado sobretudo pelo ácido ascórbico (Eq. 12), sendo o aditivo que mais mascara o sabor a fruta das polpas. À medida que ao nível de incorporação dos aditivos aumenta as polpas perdem o seu gosto característico a pêra como se verifica pela Figura 25. Deve-se optar por teores de AA e AC mais reduzidos.



**Figura 25** - Superfície de resposta do gosto a pêra de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA

### Acidez sensorial

Através da Figura 26 verifica-se que este parâmetro sensorial é influenciado linear e positivamente tanto pelo ácido ascórbico como pelo ácido cítrico (Eq. 13). Devido à presença de limão esta polpa é mais ácida e a acidez sensorial é incrementada pelo aumento do teor de incorporação de aditivos. Experimentalmente não se pretende a produção de polpas demasiado ácidas, logo para que a acidez seja no máximo de 3 unidades, a concentração dos dois aditivos não deverá exceder 0,6 %.

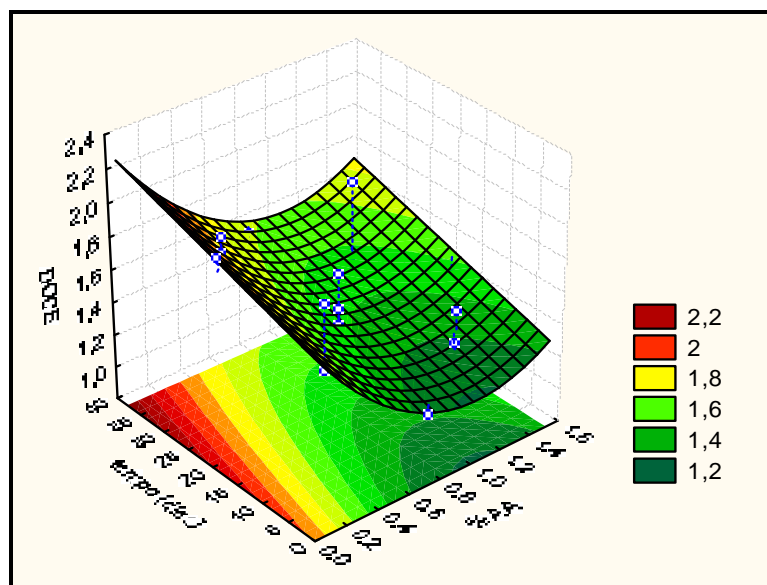


**Figura 26** - Superfície de resposta da acidez de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AC e AA

### Sabor doce

A polpa de limão é tanto mais doce quanto menor o nível de inclusão de ácido ascórbico na produção da mesma (Figura 27). Este dado é suportado pela Equação 14 onde figuram as variáveis independentes que maior influência exercem sobre este parâmetro de avaliação, ou seja o teor de incorporação de AA e o tempo de conservação. Ao longo do tempo de conservação a polpa adquire alguma doçura, dado que como já foi referido anteriormente, permanecem reacções de oxidação (mesmo a baixas temperaturas) registando-se a degradação do próprio aditivo (AA).

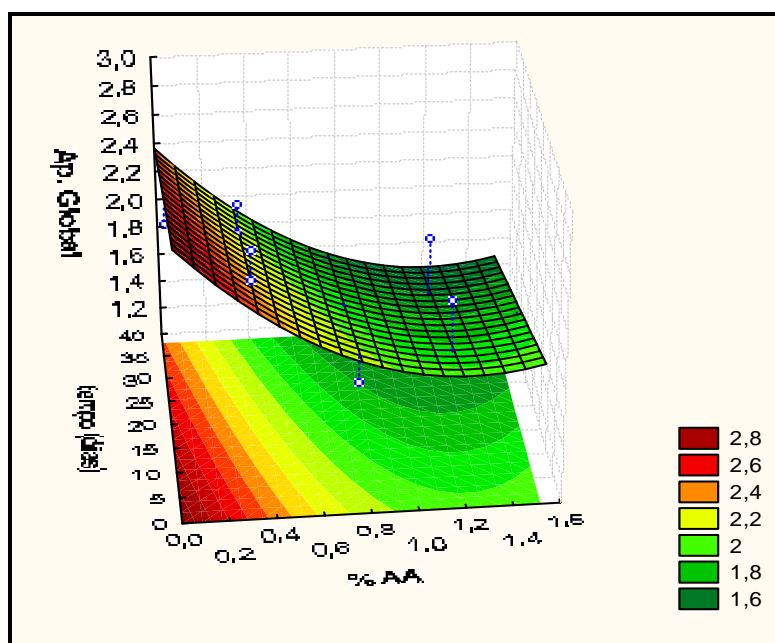




**Figura 27** - Superfície de resposta do sabor doce de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA

### Apreciação global

A apreciação global das polpas é tanto mais positiva quanto mais reduzidos forem os teores de ácido ascórbico e o tempo de armazenamento (Fig. 28). O teor de incorporação de AA na polpa é o factor independente que mais influencia a apreciação global da mesma (Eq. 15). Neste caso, prevê-se que ao longo do tempo, devido às alterações físico-químicas que ocorrem, haja tendência para a rejeição das amostras que estiveram mais tempo em conservação, apesar de alguns parâmetros melhorarem como é o caso do sabor doce.

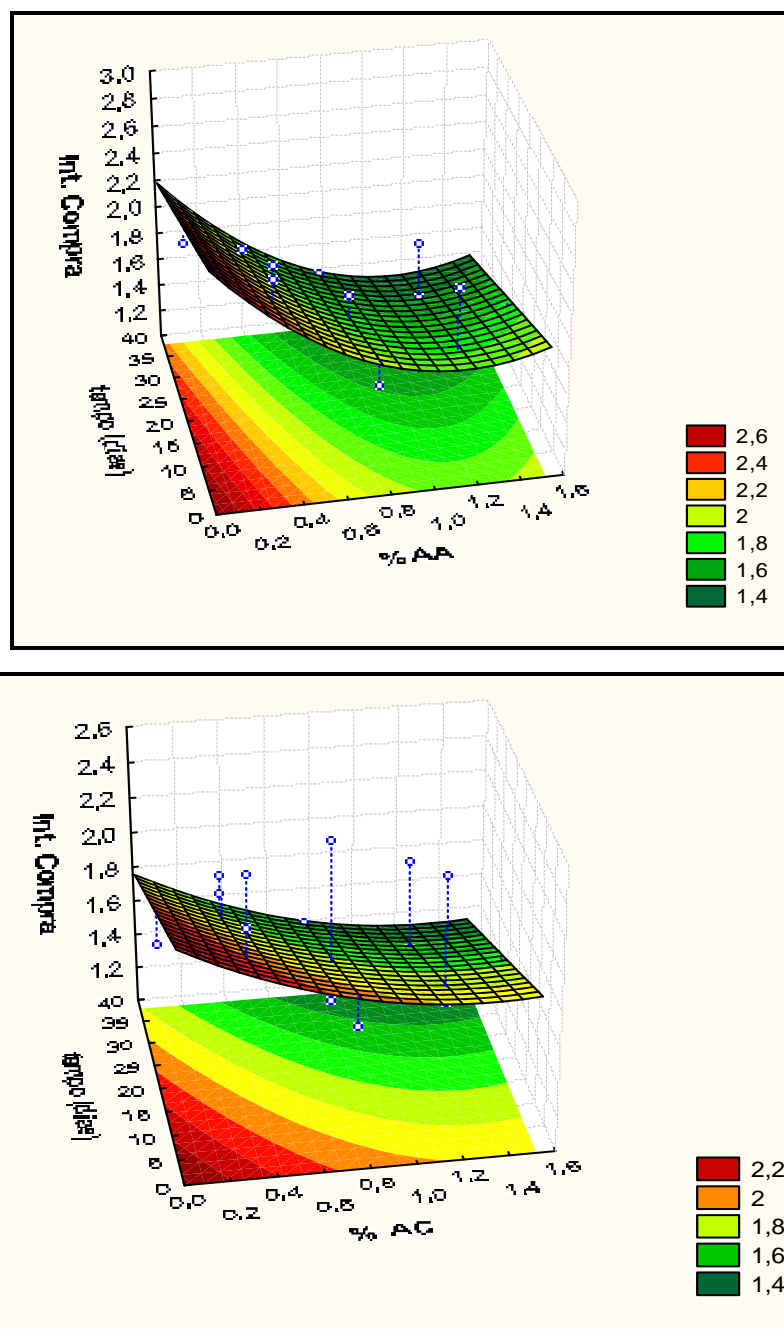


**Figura 28** - Superfície de resposta da apreciação global de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA



## Intenção de compra

Nesta situação o tempo é o único factor com significância (Eq. 16) na decisão acerca da intenção de compra do produto parecendo prejudicar a avaliação sensorial das polpas. Verifica-se pela Figura 29 que ao longo do tempo de conservação o efeito da incorporação do AA e do AC é semelhante. As classificações atribuídas a este parâmetro pouco oscilaram, tendo-se registado a classificação próxima de 3 que corresponde a uma intenção de compra de provavelmente compraria.

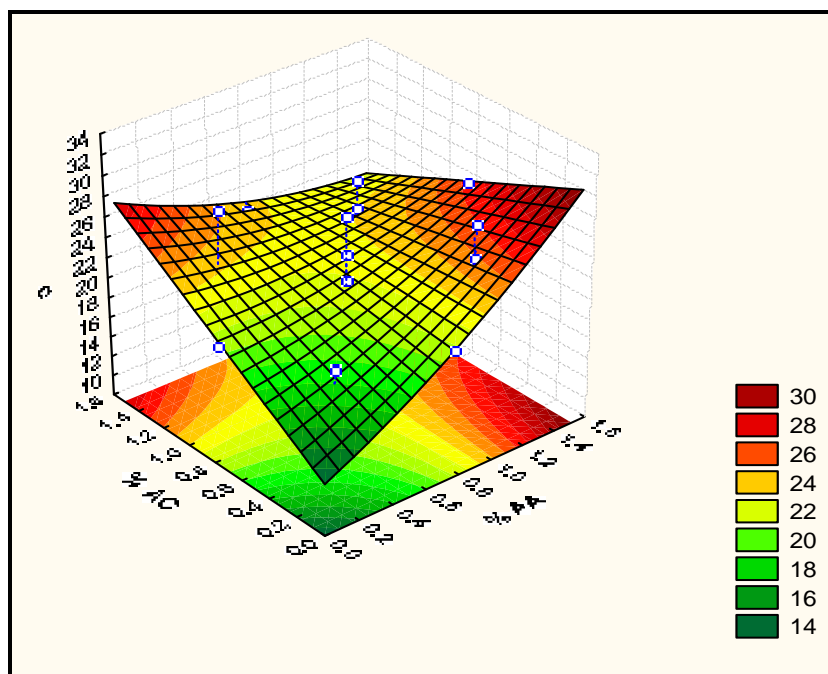


**Figura 29** - Superfície de resposta da intenção de compra de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo, AA e AC

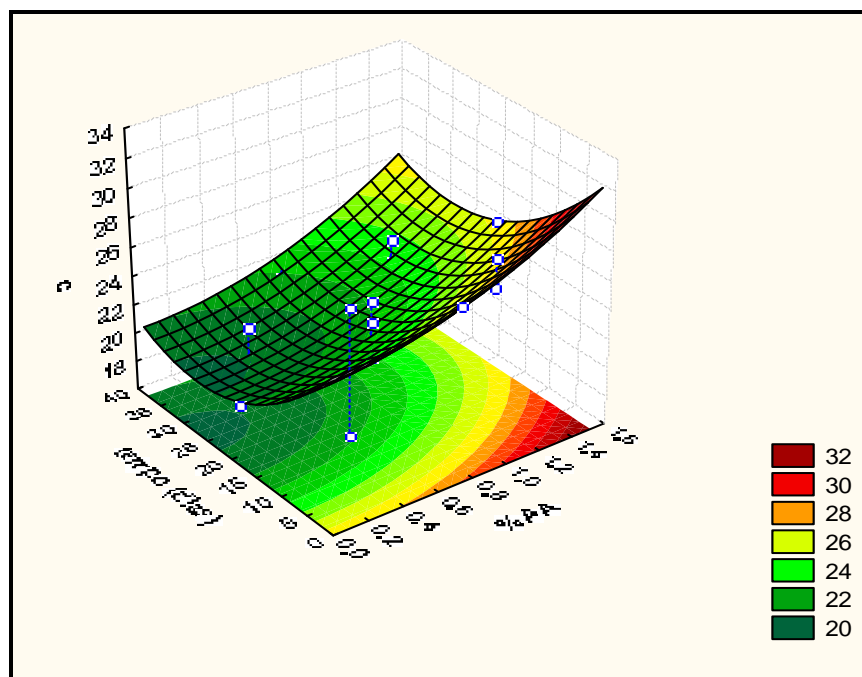
### Saturação da cor – c

Na avaliação do efeito que os aditivos e o tempo de conservação exercem sobre o parâmetro c da cor das polpas, é possível observar (Eq. 11) que o teor de AA afecta linear e positivamente este parâmetro. A influência do tempo é linear negativa e quadrática positiva. Pela análise das Figuras 30 e 31 verifica-se que os valores de croma mais elevados correspondem aos maiores níveis de incorporação de AA e AC e tempos de conservação menores. Tal facto evidencia escurecimento ao longo do tempo de conservação.

Tendo em conta o factor tempo, consta-se que à medida que os dias passam a cor das polpas torna-se menos intensa, pois perdeu saturação, devido à acção enzimática das polifenoloxidasas e peroxidases naturais dos frutos, que conduzem a alguma degradação dos pigmentos corados, nomeadamente as antocianinas. Por outro lado a decomposição destas moléculas é acelerada pela presença de teores máximos de ácido ascórbico, pois este composto conduz ao aumento da formação de polímeros de pigmentos instáveis podendo ocorrer oxidação das antocianinas (Rein, 2005). Esta teoria é apoiada por Araújo (2008) que afirma que estes pigmentos interagem com ácido ascórbico, açúcares, oxigénio, luz, temperatura e enzimas, produzindo polímeros de produtos de degradação que diminuem a sua estabilidade.

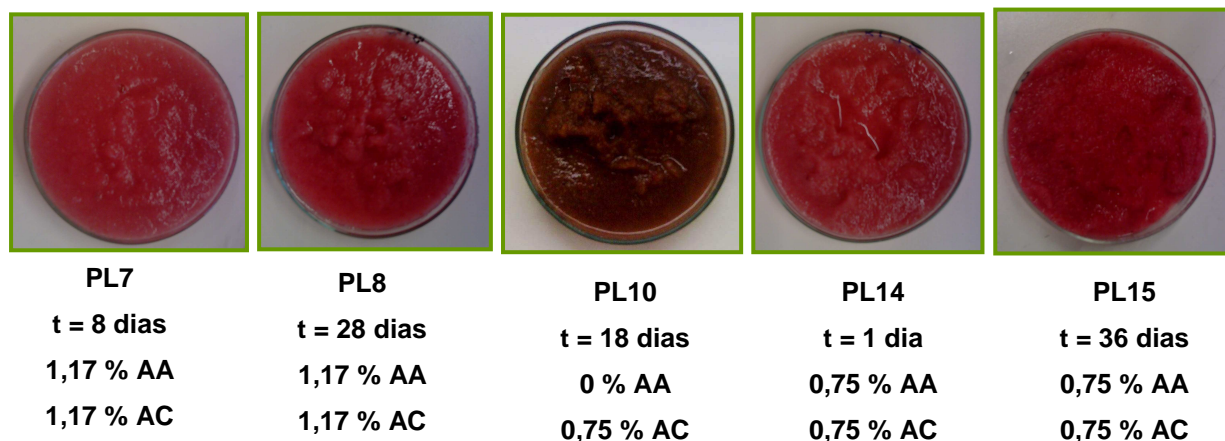


**Figura 30** - Superfície de resposta do parâmetro c da cor de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes AA e AC



**Figura 31** - Superfície de resposta do parâmetro c da cor de polpas de pêra com limão em função das variáveis independentes tempo e AA

A reforçar o que já anteriormente foi mencionado e a título exemplificativo apresenta-se a Figura 32 com imagens de algumas amostras de polpa de limão produzida onde se visualiza a cor que apresentaram imediatamente após a descongelação, ao fim do tempo de conservação  $t$  consoante o nível de incorporação de aditivos. Pela análise da Figura confirma-se o que foi referido a respeito do ácido cítrico que não possui poder suficiente para prevenir, isoladamente, o escurecimento enzimático (PL10). Considerando o factor tempo de conservação, tanto para níveis médios como para níveis máximos de incorporação de AA e AC, denota-se um ligeiro escurecimento dos produtos. Este facto é mais pronunciado para níveis médios de aditivos ao fim de 36 dias de conservação.

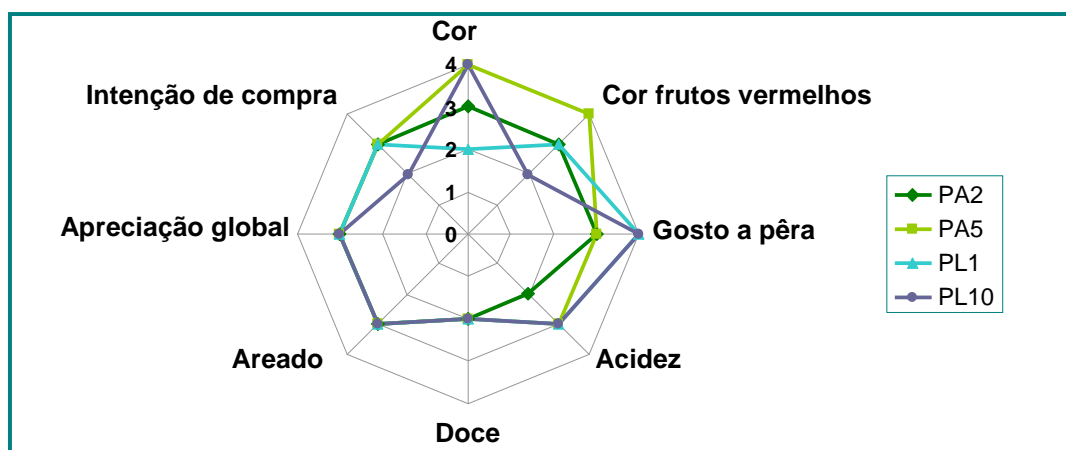


**Figura 32** - Aspecto das polpas de pêra com limão após descongelação ao fim do tempo  $t$

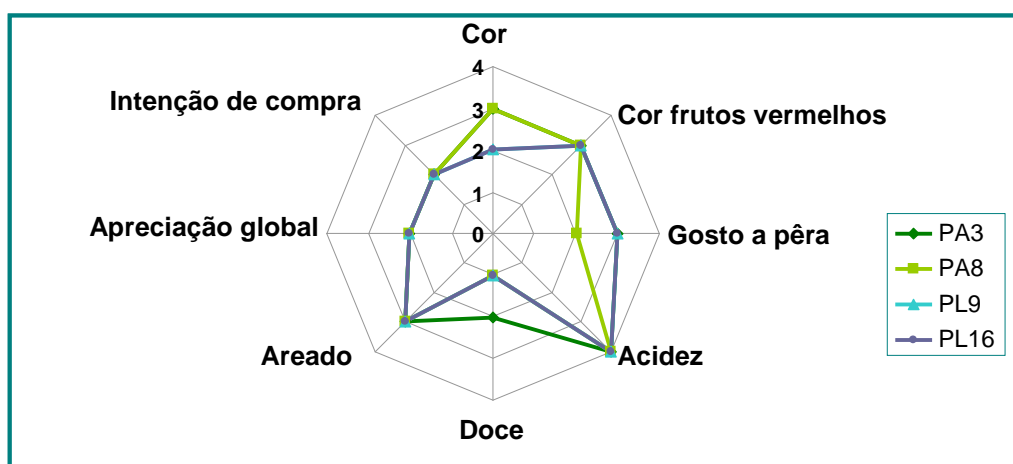
Após análise da dependência das diferentes variáveis dependentes em função do teor de AA e de AC bem como do tempo de conservação, para as polpas com adição de limão ou ananás, e no sentido de poder perceber se há ou não diferenças, procedeu-se a uma análise comparativa das duas polpas com limão melhor pontuadas sensorialmente com as equivalentes com ananás. Efectuou-se idêntico estudo com as polpas que obtiveram piores pontuações. As Figuras 33 e 34 ilustram as quatro melhores amostras (duas de cada tipo de polpa) e as quatro amostras menos apreciadas pelos provadores, respectivamente.

As amostras melhor pontuadas apresentam no mínimo, pontuações médias em relação a quase todos os atributos – numa escala de 1 a 5. Por sua vez, as amostras pior classificadas apresentam pontuações abaixo da média, havendo mesmo amostras com pior classificação da escala proposta.

Verifica-se que há parâmetros de avaliação das polpas que obtiveram pontuação muito homogênea entre as diferentes amostras, sobretudo nas amostras pior classificadas. Apesar das diferenças de formulação entre as polpas há características que se mantêm, estando todas as polpas pouco doces, tendo uma cor a frutos vermelhos intensa e são todas demasiado areadas. Tanto as polpas que mais agradam os provadores, como as que menos agradam diferem sobretudo a nível da cor e gosto.



**Figura 33** - Resultado da avaliação sensorial descritiva de 4 polpas melhor pontuadas



**Figura 34** – Resultado da avaliação sensorial descritiva de 4 polpas pior pontuadas

A análise das Figuras permite observar que as polpas com limão mantêm mais o gosto a pêra. A cor a frutos vermelhos foi elevada em praticamente todas as amostras. Todas as polpas apresentaram uma pontuação elevada para a acidez e areado, e uma pontuação baixa para o sabor doce.

### 10.3 – Conclusões intercalares

A incorporação de AA e de AC revelou-se muito importante na produção de polpas de pêra Rocha. O teor de aditivos incorporados não deve exceder 0,6 % (m/m) de ácido ascórbico e 0,6 % (m/m) de ácido cítrico, tanto nas polpas de pêra com limão como nas polpas de pêra com ananás.

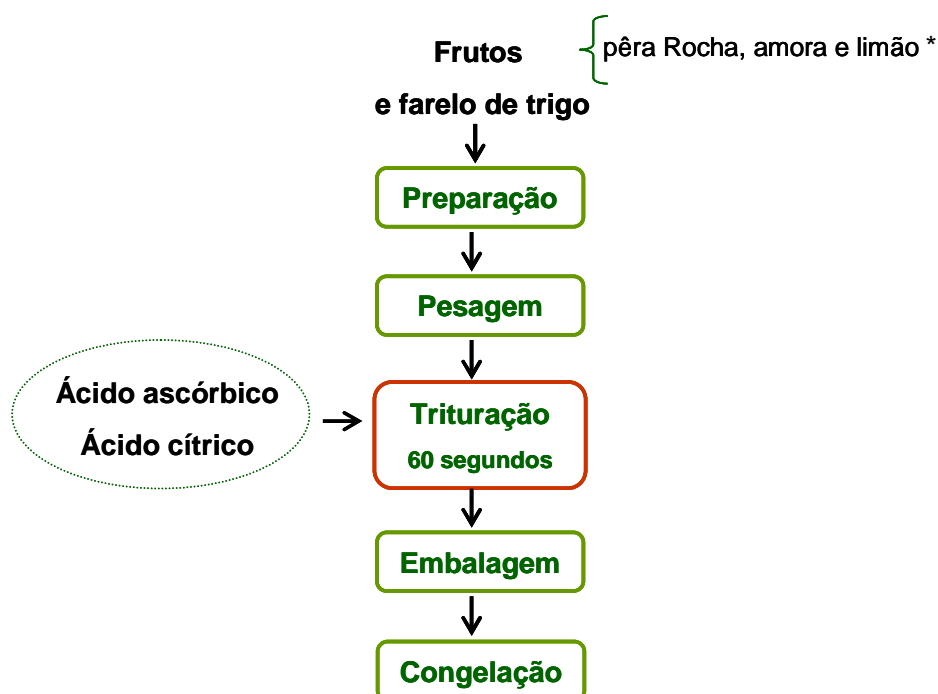
Relativamente ao factor tempo, devido às reacções de degradação, nomeadamente hidrólises enzimáticas, que ocorrem mesmo à temperatura utilizada (- 18 °C), o tempo de conservação das polpas não deve exceder os 28 dias. Para contrariar este efeito, possivelmente, a congelação deveria ser mais rápida e a temperatura de conservação mais baixa.

Sensorialmente a polpa melhor pontuada foi a polpa de pêra com ananás com teores médios de incorporação de ácido cítrico e ácido ascórbico.

## 11 – Estudo da formulação final de AA e AC e da aplicação de fibra alimentar na polpa

### 11.1 – Metodologia de processamento e controlo analítico

Tendo-se concluído no ensaio anterior que as polpas produzidas resultaram demasiado ácidas, procedeu-se a um novo estudo com nível de incorporação de AC inferior (Tabela 13). Os materiais e metodologia são semelhantes aos utilizados nos ensaios anteriores, como referido no ponto 10.1, com a diferença no tempo de processamento, que passou de 30 segundos para 60 segundos a 10 200 r.p.m. dado ter sido apontada textura demasiado areada nas polpas.



**Figura 35** - Diagrama de produção de polpas de pêra

\* diagrama semelhante para a produção de polpas com ananás

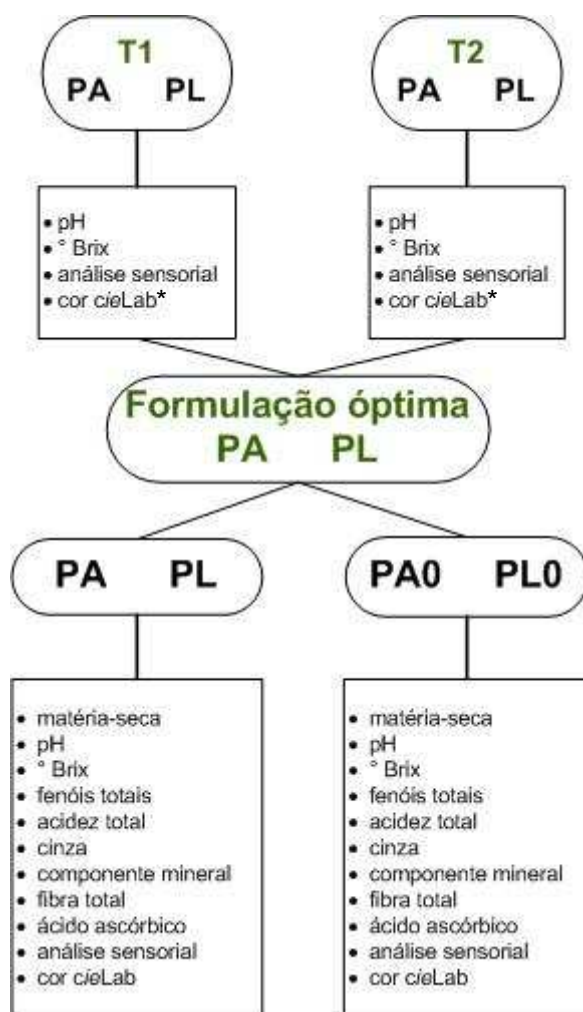
Para a escolha da formulação produziram-se 2 polpas: uma com a formulação otimizada no ponto anterior e outra com menor concentração de AC (Tabela 13).

**Tabela 13** - Testes de formulação para polpas de pêra Rocha

Ingredientes	T 1 (% m/m)	T 2 (% m/m)
Ácido ascórbico	0,6	0,6
Ácido cítrico	0,6 %	0,4

Dado que o teor de fibra é um dos compostos bioactivos importantes no tipo de produto que se pretende desenvolver, testou-se ainda o efeito da incorporação de farelo de trigo nos dois tipos e polpa (PA e PL). É importante avaliar a importância que o teor em fibra dos diferentes tipos de polpa tem nas restantes características físico-químicas.

De forma a resumir os ensaios realizados nesta etapa apresenta-se o esquema da Figura 36 em que além das diferentes etapas figuram também todas as determinações analíticas e sensoriais realizadas.



**Figura 36** - Diferentes etapas realizadas na optimização da formulação das polpas

\* A determinação da cor foi efectuada ao longo de 180 minutos

**Legenda:** **PA 0** – polpas de pêra com ananás sem adição de farelo de trigo, **PA** – polpas de pêra adicionadas de farelo de trigo, **PL 0** – polpas de pêra com limão sem adição de farelo de trigo, **PL** – polpas de pêra com limão adicionadas de farelo de trigo

As polpas produzidas foram caracterizadas físico-quimicamente e sensorialmente de acordo com as metodologias e sob as mesmas condições anteriormente referidas (11.1)

Para o tratamento estatístico dos resultados recorreu-se à metodologia ANOVA/MANOVA, já anteriormente descrita.

## 11.2 – Resultados e discussão

Seguem-se os resultados da caracterização química, física e sensorial das amostras produzidas nos dois testes de formulação. Todos os resultados se referem a valores médios das repetições efectuadas ( $n \geq 3$ ).

A caracterização físico-química das polpas produzidas com 2 níveis de AC e 1 nível de AA encontra-se na Tabela 14. Os resultados são expressos em base seca.

**Tabela 14** - Caracterização química e da cor objectiva de polpas de T1 e T2 (média por 100 g de produto)

	Amostra	Caracterização química			Parâmetro da cor		
		M.S. (g)	pH	TSS (° Brix)	L*	c*	h°
T1	PA	16,79	3,37	13,07	43,33 ± 0,54 <sup>a</sup>	27,53 ± 0,43	0,68 ± 0,02 <sup>a</sup>
	PL	16,58	3,30	13,60	43,29 ± 0,46 <sup>ab</sup>	26,31 ± 0,69	0,67 ± 0,02 <sup>ab</sup>
T2	PA	16,68	3,42	13,77	42,59 ± 0,75 <sup>a</sup>	25,47 ± 0,82	0,65 ± 0,02 <sup>b</sup>
	PL	16,47	3,40	14,00	43,32 ± 0,33 <sup>ab</sup>	24,05 ± 0,54	0,66 ± 0,02 <sup>b</sup>

Na caracterização da cor os resultados expressam-se em: média ± d.p.; a mesma letra indica não haver diferenças significativas entre as polpas ( $P < 0,05$ ), para cada um dos parâmetros.

Ao comparar os resultados entre os dois testes efectuados, verifica-se que o pH das polpas aumenta de T1 para T2, prevendo-se desde já polpas sensorialmente menos ácidas. Os valores de TSS também registaram um ligeiro aumento. Relativamente aos parâmetros da cor, constata-se não haver diferenças significativas.

Após estes resultados conclui-se que a redução de 0,2 % no teor de ácido cítrico não provoca diferenças acentuadas a nível de cor das amostras. Mesmo que o pH das polpas tenha aumentado (valor médio de 3,41), pode-se afirmar que é um valor seguro do ponto de vista da actuação da polifenoloxidase, pois segundo Espín (1996) esta enzima tem como pH óptimo de actuação em peras, o valor de 4. De referir que este valor de pH é igualmente importante pois limita o desenvolvimento de microrganismos patogénicos.

Os resultados da análise da cor das polpas ao longo de 3 horas apresentam-se na Figura 37. As polpas permaneceram em placas de vidro, todas com a mesma altura, expostas ao ar e à temperatura ambiente a fim de acelerar os fenómenos de escurecimento.

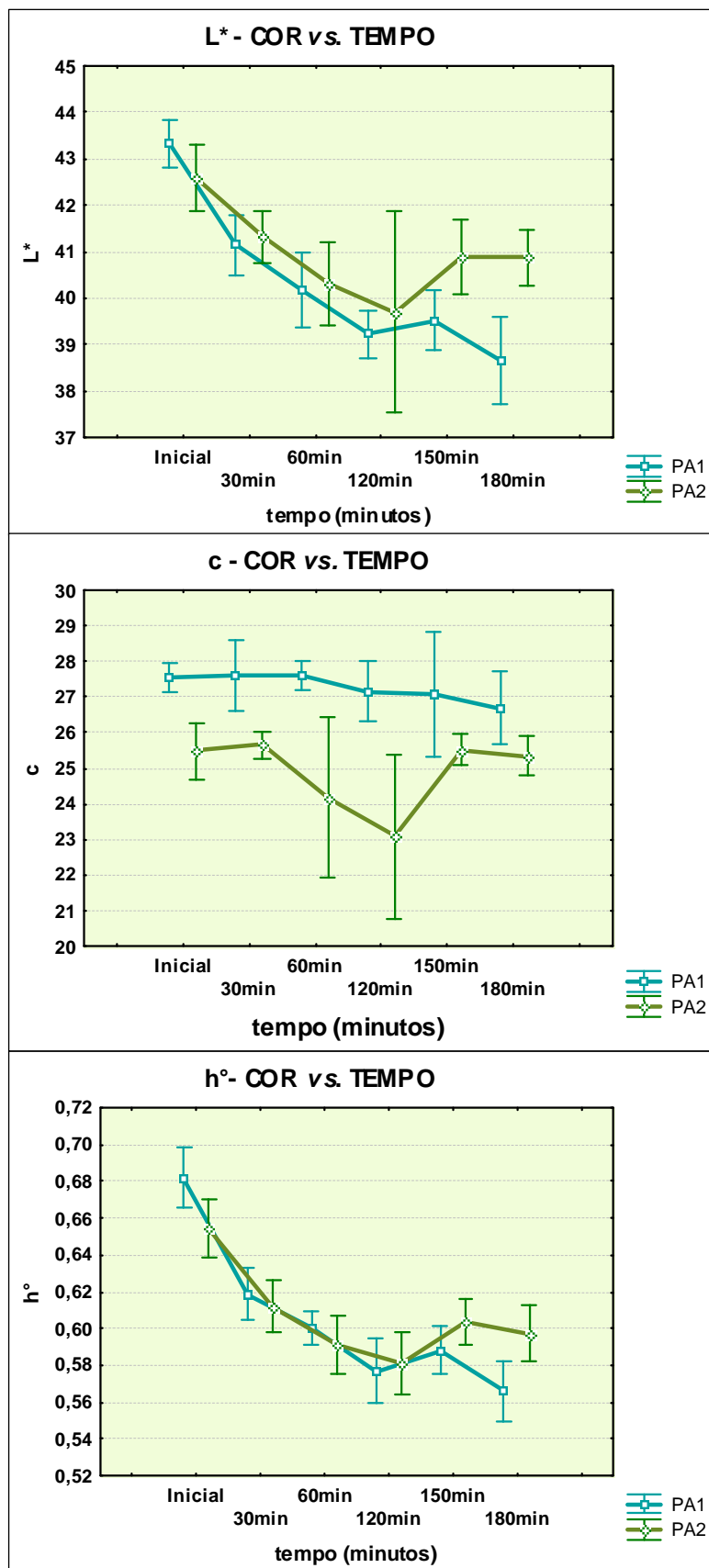


Com a observação da Figura 37 verifica-se que ao longo do tempo de avaliação, as polpas de pêra com ananás têm tendência a escurecer ligeiramente independentemente da concentração de AC. No que respeita aos parâmetros  $L^*$  e  $h^0$ , as amostras apresentaram comportamentos diferentes apenas aos 180 minutos. O parâmetro  $c$  apresentou-se sempre ligeiramente inferior na amostra com teor inferior de AC. Pelo exposto pode concluir-se ser suficiente a concentração de 0,4 % de AC em sinergia com 0,6 % de AA.

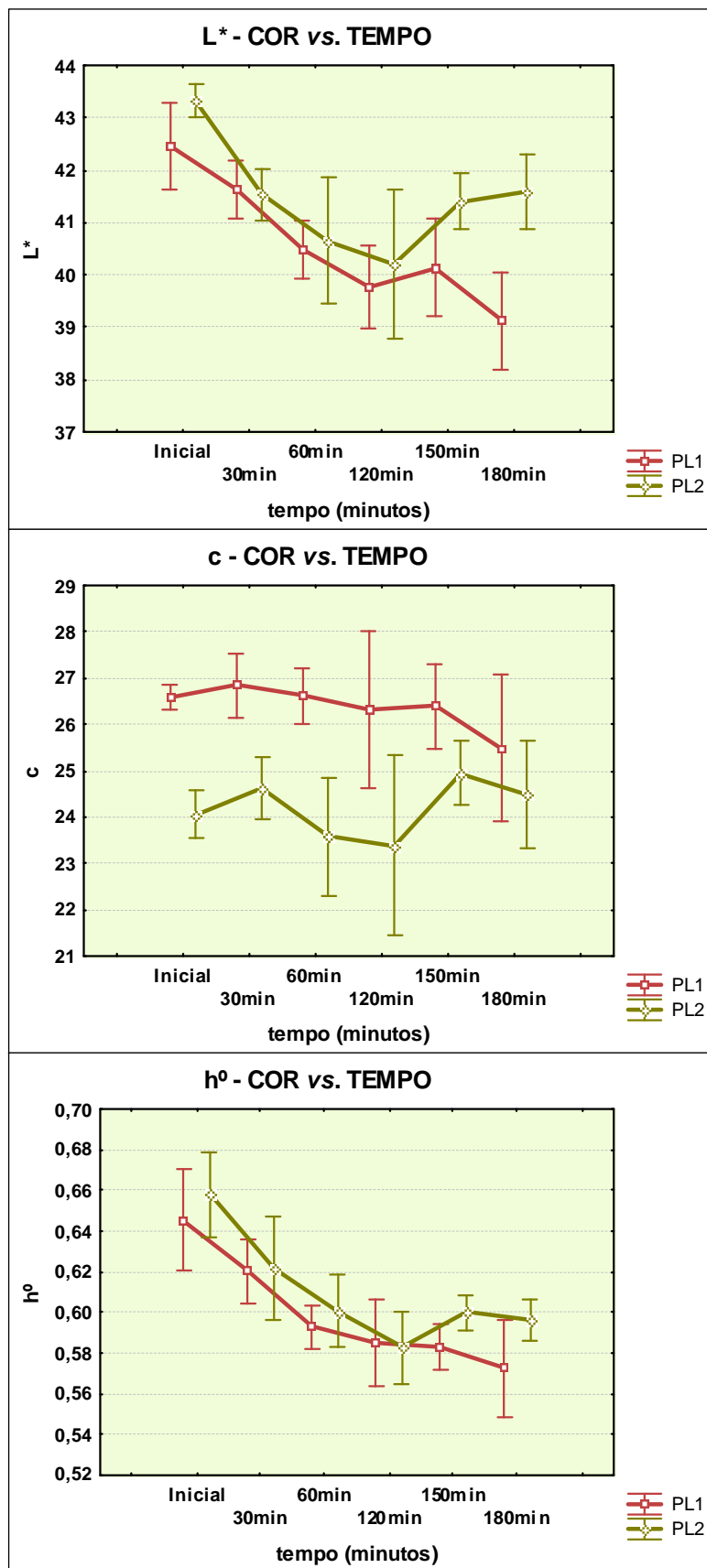
Relativamente às polpas de pêra com limão (Figura 38) constata-se que os resultados são idênticos aos verificados na situação anterior concluindo-se os mesmos factos. De referir que as polpas PL apresentaram valores de  $L^*$  ligeiramente superiores aos obtidos para as amostras PA.

**NOTA:** A amostra PA1 refere-se à polpa PA do teste de formulação 1, enquanto que PA2 refere-se à polpa do teste 2. As curvas foram obtidas através da média  $\pm$  desvio padrão (95%).

**NOTA:** A amostra PL1 refere-se à polpa PL do teste de formulação 1, enquanto que PL2 refere-se a polpa PL do teste 2. As curvas foram obtidas através da média  $\pm$  desvio padrão (95%).



**Figura 37** - Evolução dos parâmetros cor objectiva de polpas PA ao longo do tempo

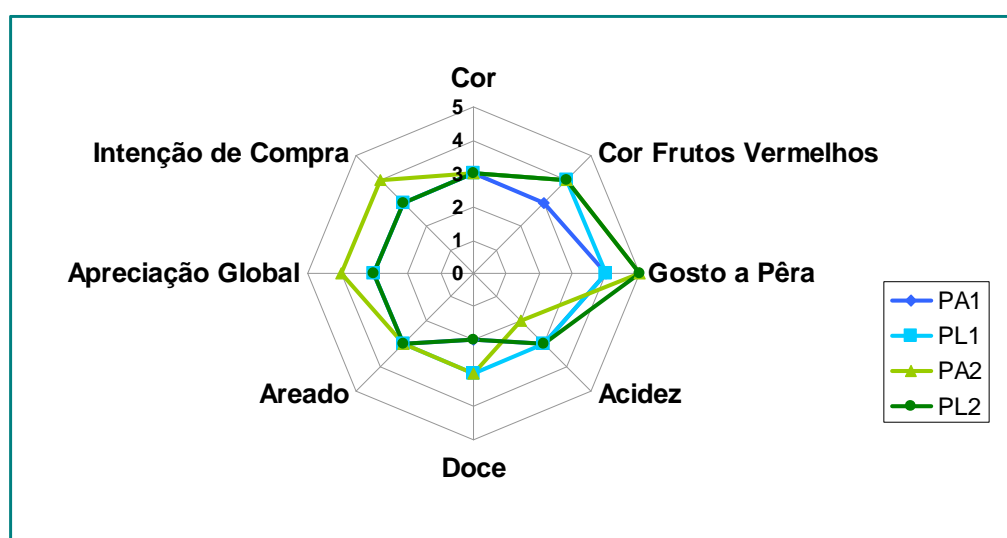


**Figura 38** - Evolução dos parâmetros da L\* e c da cor objectiva de polpas PL ao longo do tempo

No gráfico da Figura 39 sintetizam-se os resultados obtidos na análise sensorial às 4 polpas de pêra produzidas. A tabela com os resultados obtidos encontra-se no Anexo 12.

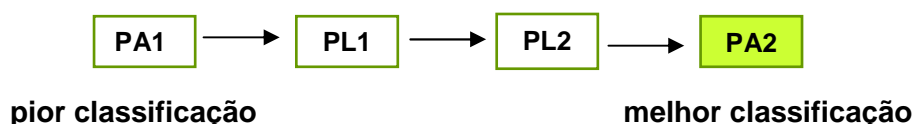
No geral, as polpas foram melhor pontuadas. Ao comparar amostras, em que o critério é a comparação de polpas do mesmo tipo, verifica-se que as polpas P2 obtiveram melhores classificações do que as amostras P1. Os resultados traduzem polpas sensorialmente mais agradáveis já que possuem uma cor a frutos vermelhos e gosto intensos, e a acidez é menor.

Conclui-se que as polpas resultantes do segundo teste de formulação foram as mais apreciadas. Assim, a redução do teor de ácido cítrico de 0,6% para 0,4% tem impacto na decisão dos provadores na avaliação das polpas.



**Figura 39** - Avaliação sensorial descritiva de polpas de pêra Rocha

A interpretação integrada dos resultados obtidos permite elaborar uma sequência com as amostras testadas, como se ilustra:



Como foi referido anteriormente, após conhecer a formulação sensorialmente mais equilibrada, procedeu-se à avaliação da contribuição que o farelo de trigo tem no teor de fibra total das polpas, assim como nos restantes parâmetros físico-químicos. Polpas de pêra com ananás com e sem farelo (2 % m/m) - PA e PA0, respectivamente - e polpas de pêra

com limão com e sem incorporação de farelo de trigo (2% m/m) – PL e PL0, respectivamente – foram devidamente caracterizadas.

Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 15, sendo todos os valores expressos em base seca.

Verifica-se que os valores obtidos variam entre as amostras com e sem farelo. A análise da Tabela 15 permite concluir que a adição de farelo contribui para um incremento da maioria dos parâmetros analisados.

O TSS das polpas também aumenta, uma vez que a incorporação de fibra alimentar proporciona um teor de sólidos solúveis maior, nomeadamente devido à fracção solúvel da fibra (Jiménez, 2006). A diferença de ° Brix entre amostras é mais notória entre PL e PL0.

A fibra alimentar é basicamente constituída por celulose, hemicelulose, oligossacáridos, pectina, e lenhina (Jiménez, 2006). Estudos revelam que a lenhina é um composto fenólico e não um polissacárido (Institute of Medicine, 2001), justificando-se assim o aumento do teor de fenóis totais. Este aumento foi mais pronunciado na amostra PA.

Os teores de ácido ascórbico também variaram entre amostras, mas a maior diferença regista-se para as amostras de polpa de pêra com ananás em que a não adição de farelo conduziu a uma redução acentuada do poder vitamínico da amostra. Este facto poderá dever-se a questões de preparação analíticas.

A acidez total não sofreu variação com a adição de farelo de trigo.

Verifica-se assim, que a presença da componente de fibra provoca diferenças na composição química das polpas.

**Tabela 15** - Caracterização química de polpas de pêra Rocha (média por 100 g de produto)

Amostra	Matéria-Seca (g)	pH	TSS (° Brix)	Fenóis Totais (mg ác. gálico)	Ác. Ascórbico (mg)	Acidez Total (g ác. cítrico)
<b>PA</b>	16,74	3,66	13,60	5439,27	22844,41	0,4096
<b>PA0</b>	15,56	3,52	13,07	3085,29	7534,63	0,4096
<b>PL</b>	16,78	3,54	13,90	3325,12	31489,49	0,5632
<b>PL0</b>	14,34	3,32	12,07	3265,13	30019,82	0,5696

Apresenta-se na Tabela 16 a composição em fibra para as diferentes amostras estudadas. O resultado é expresso em NDF, que incorpora as várias componentes da fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lenhina). Verifica-se pelos resultados apresentados que a incorporação de farelo de trigo provoca um incremento no teor de fibra da polpa em cerca de 39 %. De referir ainda que a polpa com ananás é à partida mais rica em fibra do que a polpa

com limão. Atendendo a que a maioria dos restantes parâmetros estudados anteriormente não apresentou diferenças significativas, poder-se-á concluir que a incorporação de ananás em vez de limão apresentará vantagem sob o ponto de vista nutricional.

**Tabela 16** - Média do teor de fibra, por 100 g de polpa (em base seca)

Amostra	PA	PA0	PL	PL0
<b>NDF</b> (g / 100 g base seca)	25,7845	18,55	20,989	15,1

Na Tabela 17 apresenta-se o teor de cinza das amostras de polpa sem e com incorporação de farelo de trigo. Constata-se que a adição de farelo de trigo provoca um aumento em cerca de 15 % do teor de cinza em PA e um aumento de 4 % do teor em cinza da amostra PL.

**Tabela 17** – Média do teor de cinza, por 100 g de polpa (em base seca)

Amostra	Cinza (g)
PA0	2,32
PA	2,67
PL0	2,15
PL	2,24

Os resultados da componente mineral das várias amostras de polpa apresentam-se na Tabela 18. Constata-se que todas as amostras apresentam uma componente mineral considerável, sobretudo em potássio. É visível que a incorporação de 2% de farelo de trigo na polpa provoca um aumento considerável na componente mineral total. Os dados observados estão em concordância com os dados bibliográficos expostos na Tabela 4 (ponto 3) o que se refere que o farelo é mais rico em Ca, Mg e K do que os frutos, individualmente.

**Tabela 18** - Média do teor de minerais, por 100 g de polpa (base seca)

mg / 100 g polpa (base seca)				
Amostra	Ca	Mg	K	Fe
PA	67,7593	60,9634	499,7002	3,2980
PA0	55,1463	38,8214	497,7105	3,7826
PL	102,7888	63,8595	537,8486	3,7917
PL0	81,8200	45,8167	528,8366	4,0837

Pela análise colorimétrica das polpas produzidas (Tabela 19) verifica-se que a adição do farelo de trigo implica diferenças ao nível da cor entre as amostras. As diferenças observadas no parâmetro L\* não foram significativas ( $P>0,05$ ). A saturação de cor diminuiu de forma significativa enquanto que o valor de  $h^0$  se diferenciou mais entre as polpas PA e PA0.

**Tabela 19** - Caracterização da cor objectiva de polpas de pêra Rocha

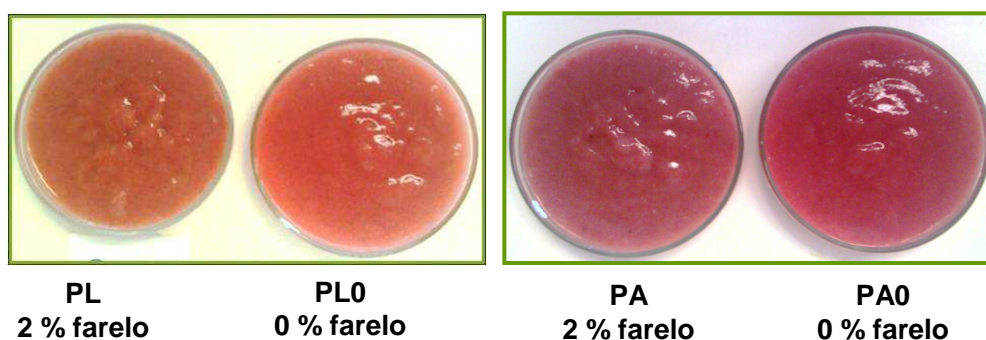
Parâmetro	PA	PA0	PL	PL0
L*	43,39 ± 0,98 <sup>a</sup>	41,85 ± 0,86 <sup>bc</sup>	42,00 ± 0,86 <sup>bc</sup>	41,89 ± 0,65 <sup>ac</sup>
c	22,91 ± 0,89	25,28 ± 1,67	24,04 ± 0,63	26,72 ± 0,63
h	0,74 ± 0,03	0,71 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,01 <sup>a</sup>

Os resultados expressam-se em: média ± d.p.; a mesma letra indica não haver diferenças significativas entre as polpas ( $P<0,05$ ).

Na Figura 40 apresentam-se as polpas produzidas com e sem adição de farelo de trigo onde é possível visualizar as diferenças mencionadas anteriormente.

De um modo geral a incorporação de farelo nas polpas escurece-as. E os resultados finais denotam haver diferenças a nível da cor bastante perceptíveis entre os dois tipos de polpa produzidos.

As polpas com limão apresentam-se mais alaranjadas enquanto que as polpas com ananás possuem uma cor mais rosada.



**Figura 40** - Aspecto das polpas produzidas com e sem adição de farelo de trigo

### **11.3 – Conclusões intercalares**

Após a realização destes testes de formulação conclui-se que a redução em 0,2 % do teor de ácido cítrico possibilita a obtenção de polpas sensorialmente melhor aceitas e igualmente estáveis.

Verifica-se ser possível produzir polpas de base pêra Rocha, adicionadas de amora e limão ou ananás com uma incorporação de 0,6 % de AA e 0,4 % de AC. As polpas com ananás, sendo igualmente estáveis, apresentam um teor de fibra e de fenóis mais elevado, o que torna esta formulação mais interessante sob o ponto de vista nutricional.

A adição de farelo de trigo revelou ter um papel fundamental no enriquecimento da polpa em fibra alimentar e em minerais.



## Capítulo III – CONCLUSÕES GERAIS

O trabalho efectuado permitiu retirar as seguintes conclusões:

- A pêra Rocha é um produto de elevada perecibilidade e o escurecimento enzimático que advém do seu corte/esmagamento pode ser facilmente travado com a utilização de aditivos alimentares em baixas concentrações;
- Foi possível produzir e obter um produto final com uma cor agradável, em que se utilizou como matéria-prima uma variedade de fruta bastante apreciada no nosso país e por vezes excedentária (permitindo o seu escoamento);
- De entre os parâmetros analisados, os relativos aos atributos sensoriais são os que provocam maior diferenciação entre amostras;
- Os dois aditivos utilizados são sensorialmente detectáveis, pelo que as suas concentrações não deverão exceder os 0,6 % de ácido ascórbico e 0,4 % de ácido cítrico;
- Entre os dois tipos de polpa desenvolvidos (com limão e com ananás) o teor em compostos fenólicos e em fibra é superior nas polpas com adição de ananás;
- Sensorialmente as polpas melhor pontuadas foram as polpas com adição de ananás;
- A incorporação de farelo de trigo revelou ter um papel muito importante no incremento da componente em fibra alimentar e componente mineral da polpa;
- Nas condições testadas (-18 °C) as polpas não devem ser armazenadas por mais de 28 dias devido à quebra que se registou nos teores de fenóis totais;
- Foi possível obter uma polpa muito rica em compostos bioactivos, nomeadamente em ácido ascórbico e fibra dietética, estável e sensorialmente aceite.

Assim pode concluir-se que o principal objectivo deste trabalho foi alcançado, podendo apontar-se uma formulação para uma polpa de base pêra Rocha: amora (3 %), ananás (5 %), farelo de trigo (2 %), ácido ascórbico (0,6 %) e ácido cítrico (0,4 %). Conseguiu-se, igualmente, o enriquecimento da polpa com antioxidantes e fibra dietética, sendo o produto final bem aceite por parte dos elementos do painel. Estas etapas concretizadas permitem concluir que este tipo de produto, além de ser cada vez mais procurado pelo consumidor, tem potencial para vingar no mercado das polpas de fruta, devido aos resultados sensoriais e físico-químicos finais obtidos.

Este trabalho constitui um primeiro estudo de desenvolvimento da polpa. Serão necessários estudos subsequentes no sentido de procurar processos de conservação que permitam manter a componente bioactiva, nomeadamente a componente fenólica por

maiores períodos de tempo. É relevante determinar o perfil fenólico e a capacidade antioxidante das polpas otimizadas, cujos resultados poderão completar de forma mais eficaz os resultados obtidos pelo presente estudo. Será importante proceder a estudos reológicos com vista à industrialização do processo, nomeadamente no que respeita à embalagem.

Será ainda de interesse proceder a estudos com pêra em estados de maturação mais avançados, no sentido de obter produtos mais doces. Será também de estudar a possibilidade de adição de edulcorantes no sentido de poder atingir outros segmentos de mercado.

## Capítulo IV – BIBLIOGRAFIA

Almeida M.E.M., Nogueira, J.N. (1995). The control of polyphenol oxidase activity in fruits and vegetables. A study of the interactions between the chemical compounds used and heat treatment. *Plant Foods for Human Nutrition*, Brasil, v. 47, pp. 245-256.

Anderson, A., Earl, M., *et al.* (2001). *Food product development*. CRC Press, Cambridge, England, pp.46 - 47.

Araújo, P.F., *et al.* (2008). *Estabilidade de antocianinas e ácido ascórbico em néctar de amora-preta (Rubus spp.) submetido a armazenamento congelado*. XVII Congresso de iniciação científica, X encontro de pós-graduação, de 11 a 14 Novembro de 2008. Brasil

Arloti, G., Bonifati, A. M., Esposito, F., *et al.* (2005). Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*. Italy, n.38, pp.1167-1173.

Barros, S. B. C. (2007). *Metodologias integradas para a conservação de kiwi minimamente processado*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agro-Industrial, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, pp. 45, 47.

Bayindirli, A., Ozoglu, H. (2001). Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. *Food Control*, Turkey, v. 13, pp. 213.

Belitz, H. D., Grosch, W. (1999). *Food chemistry*. 2<sup>nd</sup> edition, Springer-Verlag, New York.

Camões, M. F., Dias, M. G., Oliveira, L. (2008). Carotenoids in traditional portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*. Lisboa, Portugal, v. 13, pp. 808-815.

Capitão, C.M., Silva, L.M. (2008). *Desenvolvimento de novos produtos – disciplina de inovação e empreendedorismo*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.

Clark, K.B., Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry*. HBS Press, USA.

Cunha, L. M. (2008). *Atitudes do consumidor face à alimentação*. Seminário de desenvolvimento de novos produtos alimentares, Société Générale de Surveillance SA, a 14 Outubro de 2008. Lisboa, Portugal.

Decreto-Lei n.º 230/2003 de 27 de Setembro de 2003. *Diário da República* n.º 224 – Série I-A. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa, Portugal.

Decreto-Lei n.º 121/98 de 8 de Maio de 1998. *Diário da República* n.º 106 – Série I-A. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa, Portugal.

Espín, J.C., Garcia-Cánovas, F. *et al.* (1996). Monophenolase activity of polyphenol oxidase from blanquilla pear. *Food Chemistry*. Spain, v. 44, pp. 17-22.

Franco, M. (1995), *A conservação e a qualidade da pêra Rocha – influência da rega, data de colheita e tipos de conservação*. Mestrado em Produção Vegetal, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, pp. 1 - 5.

Giovanni, M. (1983). Response surface methodology and product optimization. *Food Technology*, London, v. 31, n. 11, pp. 41.

GPP. (2007). *Pêra: Diagnóstico sectorial*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa, Portugal.

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. (2006). *Tabela da Composição de Alimentos*.

Jiménes, A., *et al.* (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of function ingredients. *Food Science & Technology*, Spain, v. 17, pp. 3 - 15.

Kim J., R. Maurice, *et al.* (2000). *Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods*. FAO.

Kuczmariski, T. D. (1996). *Innovation – leadership strategies for the competitive edge*. NTC, Chicago.

Lewis, B. A., Robertson J.B., Van Soest P.J., (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, New York, v. 74, pp. 3583-3594.

Lidon, F., Silvestre, M. M. (2007). *Indústrias alimentares – aditivos e tecnologia*. Escolar Editora, Portugal, pp. 49 - 59.

Maguer, M.L., Mazza, G., Shi, J. (2002). *Functional foods – biochemical and processing aspects*. CRC Press, USA, pp. 78.

Marinova, D., Ribarova, F. (2006). HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 20, pp. 370 - 374.

Montgomery, D. C. (1991). The fundamentals of experimental design. In *Introduction to statistical quality control*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley & Sons, New York, pp. 298 - 299, 453.

Montgomery, D. C. (1997). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Son, New York.

Naczek, M., Shahidi, F. (2004). *Phenolics in food and nutraceuticals*. CRC Press, USA, pp. 135.

NP EN 1132 (1996). *Sumos de frutos e de produtos hortícolas. Determinação do valor do pH*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.

NP 1421 (1977). *Géneros alimentícios derivados de frutos e de produtos hortícolas. Determinação da acidez*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.

NP 1735 (1982). *Aditivos alimentares: definição, classificação e princípios de aplicação*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.

NP EN 12141 (1999). *Sumos de frutos e de produtos hortícolas. Determinação do teor de sólidos solúveis. Método refractométrico*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.

Romero-Rodriguez, A. et al. (1992). Comparasion of two PLC methods for the determination of ascorbic acid in Carica pentagona. *Sciences des Aliments*, v.12, pp. 593 – 600.

Susan, G., Thomas, R. (2002). *Nutritive value of foods*. United States Department Agriculture, n. 72, USA.

## Capítulo V – CIBERGRAFIA

Antunes, L., *et al.* (2004). *Armazenamento em atmosfera modificada de amora-preta cv. Tupy por diferentes períodos*. Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

Disponível em [www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA\\_01548.doc](http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_01548.doc). Acesso em 04/06/09.

ANP – Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha. (2009).

Disponível em [www.perarocha.pt](http://www.perarocha.pt). Acesso em 01/09/2009

Fal Polpas – distribuição de polpas de fruta

Disponível em [/www.falpolpas.com.br/polpasdefrutas.asp](http://www.falpolpas.com.br/polpasdefrutas.asp). Acesso em 14/09/2009

Institute of Medicine (2001). *Dietary reference intakes: proposed definition of dietary fiber*. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 24.

Disponível em [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=10161&page=24](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=10161&page=24). Acesso em 02/07/09.

Micro oxygenation (imagem de antocianina).

Disponível em <http://www.micro-ox.com>. Acesso em 28/12/09.

Mizuta C.Y., Toledo, J.C. (1999). *Caracterização do processo de desenvolvimento de produto alimentar – um estudo de caso na indústria de biscoitos*. Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0456.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0456.PDF). Acesso em 03/09/09.

Phytochemicals (imagens de compostos bioactivos).

Disponível em <http://www.phytochemicals.info>. Acesso em 18/10/09.

Rein, M. (2005). *Copigmentation reaction and colour stability of berry anthocyanins*. Academic dissertation. University of Helsinki. Helsinki. pp. 26 - 27.

Disponível em <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/skemi/vk/rein/copigmen.pdf>. Acesso em 23/06/09.

# ANEXOS

**Anexo 1 – Ficha de prova sensorial para avaliação de polpa de pêra com incorporação de ácido ascórbico**

**PROVA DE POLPA DE PÊRA**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ Habilitações Literárias: \_\_\_\_\_

Para as diferentes amostras ordene por ordem crescente a intensidade de sensação de cada um dos atributos.

***Características de gosto***

Sabor metálico \_\_\_\_\_  
Ausência \_\_\_\_\_ Máximo

***Características de cor***

Escurecimento \_\_\_\_\_  
Ausência \_\_\_\_\_ Máximo

**Anexo 2 – Ficha de prova sensorial para avaliação de polpa de pêra com incorporação de ácido cítrico**

**PROVA DE POLPA DE PÊRA**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ Habilitações Literárias: \_\_\_\_\_

Para as diferentes amostras ordene por ordem crescente a intensidade de sensação de cada um dos atributos.

***Características de gosto***

Acidez \_\_\_\_\_  
Ausência \_\_\_\_\_ Máximo

***Características de cor***

Escurecimento \_\_\_\_\_  
Ausência \_\_\_\_\_ Máximo



**Anexo 3 – Ficha de prova sensorial para avaliação de polpa de pêra**

**PROVA DE POLPA DE PÊRA COM AMORA**

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Amostra \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ Habilitações Literárias: \_\_\_\_\_

Para a amostra marque uma cruz no ponto que melhor traduzir a intensidade da sensação de cada um dos atributos.

COR GERAL DA POLPA	
Muito clara	
Clara	
Moderada	
Escura	
Muito escura	

COR FRUTOS VERMELHOS	
Ausente	
Ligeira	
Moderada	
Intensa	
Excessiva	

GOSTO A PÊRA	
Ausente	
Muito Ligeiro	
Ligeiro	
Moderado	
Intenso	

ACIDEZ	
Nada ácido	
Pouco ácido	
Moderadamente ácido	
Muito ácido	
Excessivamente ácido	

DOCE	
Nada doce	
Pouco doce	
Moderadamente doce	
Muito doce	
Excessivamente doce	

AREADO	
Ausente	
Pouco areado	
Moderadamente areado	
Muito areado	
Excessivamente areado	

APRECIAÇÃO GLOBAL	
Não gosto nada	
Gosto pouco	
Gosto moderadamente	
Gosto	
Gosto muito	

INTENÇÃO DE COMPRA	
Não compraria	
Provavelmente não compraria	
Talvez comprasse	
Provavelmente compraria	
Compraria	

**Observações:**

**Obrigado pela colaboração!**

**Anexo 4** – Matriz conducente à formulação base das polpas para 100 g de pêra *Rocha*.

	Variáveis independentes codificadas*			Variáveis independentes descodificadas		
	A	B	C	Amora (%)	Farelo (%)	Limão (%)
<b>1</b>	-1	-1	-1	0	0	0
<b>2</b>	-1	-1	1	0	0	8
<b>3</b>	-1	1	-1	0	2,5	0
<b>4</b>	-1	1	1	0	2,5	8
<b>5</b>	1	-1	-1	5	0	0
<b>6</b>	1	1	1	5	0	8
<b>7</b>	1	1	-1	5	2,5	0
<b>8</b>	1	1	1	5	2,5	8
<b>9</b>	-1	0	0	0	1,25	4
<b>10</b>	1	0	0	5	1,25	4
<b>11</b>	0	-1	0	2,5	0	4
<b>12</b>	0	1	0	2,5	2,5	4
<b>13</b>	0	0	-1	2,5	1,25	0
<b>14</b>	0	0	1	2,5	1,25	8
<b>15(C)</b>	0	0	0	2,5	1,25	4
<b>16(C)</b>	0	0	0	2,5	1,25	4

\* A = amora; B = farelo; C = limão (ananás para as polpas de pêra com ananás)

**Anexo 5** – Matriz conducente à formulação de optimização das concentrações de AA e AC das polpas para 36 dias de conservação

	Variáveis independentes codificadas*			Variáveis independentes descodificadas		
	A	B	C	Ác. Ascórbico (%)	Ác. Cítrico (%)	Tempo (dias)
<b>1</b>	-1	-1	-1	0,33	0,33	8
<b>2</b>	-1	-1	1	0,33	0,33	28
<b>3</b>	-1	1	-1	0,33	1,17	8
<b>4</b>	-1	1	1	0,33	1,17	28
<b>5</b>	1	-1	-1	1,17	0,33	8
<b>6</b>	1	-1	1	1,17	0,33	28
<b>7</b>	1	1	-1	1,17	1,17	8
<b>8</b>	1	1	1	1,17	1,17	28
<b>9 (C)</b>	0	0	0	0,75	0,75	18
<b>10</b>	-1,78885	0	0	0	0,75	18
<b>11</b>	1,78885	0	0	1,5	0,75	18
<b>12</b>	0	-1,78885	0	0,75	0	18
<b>13</b>	0	1,78885	0	0,75	1,5	18
<b>14</b>	0	0	-1,78885	0,75	0,75	1
<b>15</b>	0	0	1,78885	0,75	0,75	36
<b>16 (C)</b>	0	0	0	0,75	0,75	18

\* A = ác. ascórbico; B = ác. cítrico; C = tempo

**Anexo 6** – Alguns parâmetros da caracterização química de polpas de pêra *Rocha* com ananás (média por 100 g de produto)

Amostra	Matéria-Seca (g)	pH	TSS (° Brix)	a <sub>w</sub>	Fenóis Totais (mg ác. gálico)	Ácido Ascórbico (mg)
PA1	15,88	3,36	10,53	0,99	1671,19	1346,22
PA2	16,72	3,45	12,07	0,99	2012,47	1390,00
PA3	17,17	2,87	12,43	0,98	1921,32	2208,22
PA4	17,15	3,01	13,05	0,99	2514,35	7030,38
PA5	15,90	3,31	11,70	0,98	6087,53	34 246,52
PA6	16,68	3,30	12,80	0,98	6663,25	47 063,29
PA7	16,75	2,77	12,73	0,99	6072,24	40 611,16
PA8	17,83	2,93	13,10	0,99	5561,45	48 199,48
PA9	16,65	3,31	12,33	0,98	4126,77	35 986,93
PA10	14,20	3,24	9,90	0,99	780,73	4234,65
PA11	17,00	3,05	12,80	0,98	6177,03	66 131,71
PA12	14,89	3,81	11,35	0,98	5145,19	26 668,69
PA13	17,62	2,84	12,95	0,98	3257,04	23 423,74
PA14	17,40	3,07	12,50	0,98	3512,37	35 176,50
PA15	16,23	3,12	12,90	0,99	3716,46	13 032,01
PA16	15,15	3,22	11,80	0,99	3373,36	33 444,76
<b>Média</b>	16,45	3,16	12,18	0,99	3912,05	26262,14
<b>Intervalo de variação</b>	14,20 – 17,83	2,77 – 3,81	9,90 – 13,10	0,98 – 0,99	780,73 – 6663,25	1346,22 – 66 131,71
<b>Mediana</b>	16,70	3,17	12,47	0,98	3614,42	30056,72
<b>Q25;Q75</b>	15,89;17,16	2,99;3,31	11,78;12,83	0,98;0,99	2388,88;5689,14	6331,45;37 142,99

Os resultados apresentam-se sob a forma: média; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75

**Anexo 7** – Alguns parâmetros da caracterização química de polpas de pêra *Rocha* com limão (média por 100 g de produto)

Amostra	Matéria-Seca (g)	pH	TSS (° Brix)	$a_w$	Fenóis Totais (mg ác. gálico)	Ácido ascórbico (mg)
PL1	16,47	3,30	11,20	0,98	2310,23	2251,69
PL2	17,04	3,36	13,40	0,98	8246,49	3029,64
PL3	16,61	2,88	12,15	0,98	3139,15	2589,30
PL4	15,84	3,06	12,17	0,98	7850,73	6548,41
PL5	15,55	3,16	10,70	0,97	7206,95	53 461,01
PL6	16,77	3,22	13,10	0,97	3325,12	33 145,40
PL7	16,45	2,84	12,05	0,96	6905,64	61 138,74
PL8	17,10	3,09	13,40	0,98	2277,97	61 147,73
PL9	17,20	2,83	14,50	0,99	4803,44	50 753,31
PL10	14,96	3,34	11,40	0,99	310,15	1236,60
PL11	17,06	3,02	10,97	0,98	6248,75	63 631,18
PL12	16,77	3,56	12,35	0,99	3942,01	13 425,94
PL13	17,69	2,67	13,10	0,98	3318,08	36 636,02
PL14	15,73	3,04	10,50	0,97	7228,57	44 659,56
PL15	16,45	2,96	12,00	0,99	7845,21	15 458,12
PL16	16,49	3,00	11,27	0,97	3913,22	31 520,60
<b>Média</b>	16,51	3,08	12,14	0,98	4929,48	30039,58
<b>Intervalo de variação</b>	14,96 – 17,69	2,67 – 3,56	10,50 – 14,50	0,96 – 0,99	310,15 – 8246,49	1236,60 – 63631,18
<b>Mediana</b>	16,55	3,05	12,10	0,98	4372,72	32333,00
<b>Q25;Q75</b>	16,29;17,04	2,94;3,24	11,25;13,10	0,97;0,99	3273,35;7212,36	5668,71;51430,23

Os resultados apresentam-se sob a forma: média; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75

**Anexo 8 - Resultados da cor de polpas de pêra com ananás por colorimetria**

Amostra	L*	c	h
PA1	42,27 ± 0,70	22,74 ± 1,75	0,61 ± 0,021
PA2	42,23 ± 2,30	18,74 ± 2,43	0,68 ± 0,03
PA3	41,33 ± 0,49	25,31 ± 0,82	0,63 ± 0,02
PA4	41,01 ± 0,97	23,95 ± 1,23	0,63 ± 0,02
PA5	39,71 ± 1,69	26,34 ± 1,41	0,60 ± 0,03
PA6	41,36 ± 3,11	19,36 ± 3,38	0,68 ± 0,02
PA7	39,54 ± 0,47	26,32 ± 1,43	0,51 ± 0,03
PA8	37,94 ± 5,41	20,14 ± 4,67	0,66 ± 0,03
PA9	36,25 ± 0,60	26,51 ± 0,56	0,52 ± 0,02
PA10	37,67 ± 0,97	18,58 ± 0,81	1,04 ± 0,05
PA11	37,02 ± 0,57	26,44 ± 1,65	0,51 ± 0,03
PA12	41,72 ± 0,92	18,31 ± 1,35	0,53 ± 0,03
PA13	38,09 ± 0,78	26,62 ± 0,48	0,58 ± 0,01
PA14	42,67 ± 1,90	29,15 ± 2,05	0,67 ± 0,03
PA15	38,45 ± 3,50	23,41 ± 3,03	0,55 ± 0,02
PA16	40,80 ± 1,27	21,85 ± 0,81	0,63 ± 0,03
<i>Média</i>	39,88 ± 1,60	23,36 ± 1,74	0,63 ± 0,03
<i>Intervalo de variação</i>	36,25 – 42,67	18,31– 29,15	0,51 – 1,04
<i>Mediana</i>	40,25	23,68	0,62
<i>Q25;Q75</i>	38,05;41,456	19,94;26,36	0,54;0,66

Os resultados apresentam-se sob a forma: média ± desvio padrão; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75

**Anexo 9 - Resultados da cor de polpas de pêra com limão por colorimetria**

Amostra	L*	c	h
PL1	47,35 ± 1,88	19,25 ± 2,01	0,77 ± 0,06
PL2	42,49 ± 0,63	19,05 ± 1,07	0,63 ± 0,02
PL3	39,28 ± 1,18	27,90 ± 2,17	0,55 ± 0,03
PL4	43,45 ± 0,70	21,72 ± 0,55	0,68 ± 0,02
PL5	37,44 ± 1,01	27,64 ± 1,45	0,51 ± 0,02
PL6	37,73 ± 0,63	24,30 ± 0,74	0,53 ± 0,01
PL7	43,85 ± 3,68	25,50 ± 1,37	0,66 ± 0,06
PL8	41,16 ± 0,63	22,74 ± 0,81	0,62 ± 0,01
PL9	40,74 ± 0,61	24,13 ± 0,64	0,60 ± 0,01
PL10	37,72 ± 0,63	20,25 ± 0,50	0,77 ± 0,02
PL11	39,09 ± 0,92	26,37 ± 1,10	0,56 ± 0,02
PL12	42,62 ± 0,39	20,77 ± 0,53	0,62 ± 0,02
PL13	43,20 ± 0,77	22,66 ± 1,01	0,66 ± 0,02
PL14	46,37 ± 4,49	27,85 ± 1,65	0,72 ± 0,07
PL15	43,14 ± 0,27	21,63 ± 0,63	0,64 ± 0,02
PL16	43,84 ± 0,56	20,22 ± 1,06	0,69 ± 0,01
<i>Média</i>	41,84 ± 1,19	23,25 ± 1,08	0,64 ± 0,03
<i>Intervalo de variação</i>	37,44 – 47,35	19,05 – 27,90	0,51 – 0,77
<i>Mediana</i>	42,55	22,70	0,64
<i>Q25;Q75</i>	39,23;43,55	20,64;25,72	0,59;0,68

Os resultados apresentam-se sob a forma: média ± desvio padrão; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75

**Anexo 10 – Resultados da análise sensorial às polpas de pêra com ananás**

Amostra	Cor geral	Cor frutos vermelhos	Gosto a pêra	Acidez	Doce	Areado	Apreciação global	Intenção de compra
PA1	3 ± 0,57	3 ± 0,63	3 ± 1,16	2 ± 0,88	2 ± 0,79	3 ± 0,82	3 ± 0,85	3 ± 0,95
PA2	3 ± 0,52	3 ± 0,63	3 ± 1,23	2 ± 0,63	2 ± 0,79	3 ± 1,05	3 ± 0,74	3 ± 1,07
PA3	3 ± 0,63	3 ± 0,48	3 ± 1,05	4 ± 0,53	2 ± 0,53	3 ± 0,57	2 ± 0,92	2 ± 1,06
PA4	3 ± 0,47	3 ± 0,67	3 ± 1,10	3 ± 0,67	2 ± 0,47	3 ± 0,71	3 ± 0,67	3 ± 0,53
PA5	4 ± 0,85	4 ± 0,32	3 ± 1,10	3 ± 0,70	2 ± 0,74	3 ± 0,63	3 ± 0,71	3 ± 0,97
PA6	3 ± 0,52	3 ± 0,99	3 ± 1,49	2 ± 1,17	2 ± 0,82	3 ± 0,99	3 ± 1,42	3 ± 1,43
PA7	3 ± 0,67	4 ± 0,57	3 ± 0,92	4 ± 0,79	2 ± 0,71	3 ± 0,47	2 ± 0,57	2 ± 0,57
PA8	3 ± 0,32	3 ± 0,67	2 ± 1,05	4 ± 0,92	1 ± 0,70	3 ± 0,70	2 ± 0,74	2 ± 0,63
PA9	3 ± 0,47	4 ± 0,79	3 ± 1,06	3 ± 0,70	2 ± 0,82	3 ± 0,57	2 ± 0,52	2 ± 0,52
PA10	5 ± 0,48	1 ± 0,32	3 ± 1,15	2 ± 0,42	2 ± 0,63	3 ± 0,57	2 ± 0,92	2 ± 0,92
PA11	3 ± 0,32	4 ± 0,63	3 ± 0,99	4 ± 0,99	2 ± 0,70	3 ± 0,92	2 ± 0,48	2 ± 0,48
PA12	2 ± 0,82	2 ± 0,42	4 ± 0,99	2 ± 0,53	2 ± 0,74	3 ± 0,79	3 ± 0,67	3 ± 0,84
PA13	3 ± 0,32	4 ± 0,63	3 ± 1,14	4 ± 0,63	2 ± 0,67	3 ± 0,67	2 ± 0,79	2 ± 0,52
PA14	3 ± 0,48	4 ± 0,48	3 ± 1,29	3 ± 0,82	2 ± 0,70	3 ± 0,84	3 ± 0,53	2 ± 1,07
PA15	3 ± 0,47	4 ± 0,88	3 ± 0,99	3 ± 0,88	2 ± 0,67	3 ± 0,57	2 ± 0,84	2 ± 0,97
PA16	3 ± 0,52	3 ± 0,00	3 ± 0,82	3 ± 0,67	2 ± 0,63	3 ± 0,94	2 ± 0,52	2 ± 0,79
<i>Média</i>	3 ± 0,53	3 ± 0,57	3 ± 1,10	3 ± 0,74	2 ± 0,71	3 ± 0,74	2 ± 0,74	2 ± 0,83
<i>Intervalo de variação</i>	2 – 5	1 – 4	2 – 4	2 – 4	1 – 2	3 – 3	2 – 3	2 – 3
<i>Mediana</i>	3	3	3	3	2	3	2	2
<i>Q25;Q75</i>	3;3	3;4	3;3	2;4	2;2	3;3	2;3	2;3

Os resultados apresentam-se sob a forma: média ± desvio padrão; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75



**Anexo 11 – Resultados da análise sensorial às polpas de pêra com limão**

Amostra	Cor geral	Cor frutos vermelhos	Gosto a pêra	Acidez	Doce	Areado	Apreciação global	Intenção de compra
PL1	2 ± 0,67	3 ± 0,70	4 ± 1,03	3 ± 1,07	2 ± 0,74	3 ± 0,67	3 ± 0,52	3 ± 0,97
PL2	2 ± 0,57	3 ± 0,84	3 ± 1,60	2 ± 0,97	2 ± 0,74	3 ± 0,70	2 ± 1,16	2 ± 1,15
PL3	3 ± 0,63	4 ± 0,57	3 ± 0,95	4 ± 1,17	2 ± 0,85	3 ± 0,67	2 ± 1,17	2 ± 1,07
PL4	3 ± 0,53	3 ± 0,47	3 ± 1,34	3 ± 0,84	2 ± 0,79	3 ± 0,53	2 ± 0,99	2 ± 1,05
PL5	3 ± 0,63	4 ± 0,63	3 ± 0,82	4 ± 0,95	1 ± 0,48	3 ± 0,74	2 ± 0,92	2 ± 0,92
PL6	3 ± 0,63	4 ± 0,71	3 ± 0,63	3 ± 0,79	2 ± 0,74	2 ± 0,70	2 ± 0,82	2 ± 0,74
PL7	3 ± 0,52	3 ± 0,88	2 ± 1,06	4 ± 1,14	2 ± 0,53	3 ± 0,63	2 ± 0,67	2 ± 0,95
PL8	3 ± 0,48	3 ± 0,95	3 ± 1,14	4 ± 0,57	1 ± 0,70	3 ± 0,52	2 ± 0,97	2 ± 0,97
PL9	2 ± 0,84	3 ± 0,70	3 ± 1,05	4 ± 0,67	1 ± 0,52	3 ± 0,52	2 ± 0,67	2 ± 0,70
PL10	4 ± 0,57	2 ± 0,47	4 ± 1,26	3 ± 0,82	2 ± 0,74	3 ± 0,70	3 ± 0,71	2 ± 0,70
PL11	3 ± 0,32	4 ± 0,47	3 ± 0,71	4 ± 1,03	1 ± 0,52	3 ± 0,67	2 ± 0,70	2 ± 0,71
PL12	2 ± 0,67	3 ± 0,57	3 ± 1,03	3 ± 0,95	2 ± 0,48	2 ± 0,84	2 ± 0,79	2 ± 0,88
PL13	2 ± 0,70	3 ± 0,63	3 ± 1,10	4 ± 0,84	2 ± 0,71	3 ± 0,84	2 ± 0,82	2 ± 0,71
PL14	2 ± 0,67	4 ± 0,53	3 ± 0,70	4 ± 0,52	1 ± 0,42	3 ± 0,48	2 ± 0,88	2 ± 0,79
PL15	3 ± 0,57	3 ± 0,48	3 ± 1,49	4 ± 1,07	2 ± 0,52	4 ± 0,67	2 ± 0,85	2 ± 0,85
PL16	2 ± 0,88	3 ± 0,63	3 ± 0,92	4 ± 0,82	1 ± 0,52	3 ± 0,84	2 ± 0,42	2 ± 0,52
<b>Média</b>	3 ± 0,58	3 ± 0,62	3 ± 1,00	4 ± 0,83	2 ± 0,58	3 ± 0,64	2 ± 0,79	2 ± 0,80
<b>Intervalo de variação</b>	2 – 4	2 – 4	2 – 4	2 – 4	1 – 2	2 – 4	2 – 3	2 – 3
<b>Mediana</b>	3	3	3	4	2	3	2	2
<b>Q25;Q75</b>	2;3	3;4	3;3	3;4	1;2	3;3	2;2	2;2

Os resultados apresentam-se sob a forma: média ± desvio padrão; intervalo de variação; mediana; quartis 25 e quartis 75

**Anexo 12 – Resultados da análise sensorial às polpas de T1 e de T2**

	Cor	Cor Frutos Vermelhos	Gosto a Pêra	Acidez	Doce	Areado	Apreciação Global	Intenção de Compra
PA1	3 ± 0,57	3 ± 0,52	4 ± 0,99	3 ± 0,74	2 ± 0,52	3 ± 0,79	3 ± 0,63	3 ± 0,79
PL1	3 ± 0,42	4 ± 0,52	4 ± 0,87	3 ± 0,50	3 ± 0,53	3 ± 0,52	3 ± 0,88 <sup>a</sup>	3 ± 0,63
PA2	3 ± 0,67	4 ± 0,48	5 ± 0,71	2 ± 0,44	3 ± 0,53	3 ± 0,42	4 ± 0,87 <sup>ab</sup>	4 ± 0,92
PL2	3 ± 0,74	4 ± 0,70	5 ± 0,73	3 ± 0,78	2 ± 0,48	3 ± 0,48	3 ± 0,79 <sup>b</sup>	3 ± 0,78

Os resultados referem-se média±d.p. A mesma letra indica haver diferenças significativas entre as polpas (P<0,05), para o parâmetro Apreciação Global.

**Anexo 13** – Cromatograma obtido na análise por HPLC ao ácido ascórbico

